



Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco

DIVISIÓN DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
POSGRADO EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL

PROPUESTA DE DISEÑO SÍSMICO PARA MARCOS DE ACERO CON DISIPADORES DE ENERGÍA HISTERÉTICOS

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL
P R E S E N T A

HÉCTOR HERNÁNDEZ RAMÍREZ

DIRECTOR DE TESIS: **DR. ARTURO TENA COLUNGA**

MÉXICO, D. F.

JULIO DE 2015

AGRADECIMIENTOS

Quiero dedicar esta tesis a mis padres Albina Ramírez Rodríguez (Q.E.P.D.) y José Cristóbal Ángel Hernández Cerón, a mi compañera de vida Fabiola Nayeli, a mi hermana Ana Lilia y a mi sobrino Jesús Daniel, quienes me han apoyado incondicionalmente en los momentos más difíciles. Gracias, son todo para mí.

Agradezco al Dr. Arturo Tena Colunga por su amistad, paciencia y comprensión; sobre todo por su apoyo para la realización de mi tesis.

Agradezco también a los doctores Hugón Juárez García y Norberto Domínguez Ramírez, por su valioso tiempo que dedicaron a la revisión minuciosa y además, por sus excelentes contribuciones que enriquecieron el contenido de este trabajo de investigación.

Agradezco a todos los profesores del Posgrado de Ingeniería Estructural de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, por su paciencia y dedicación que tienen para transmitir su conocimiento y experiencia.

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico recibido durante mis estudios de maestría y desarrollo de la tesis, en el Posgrado de Ingeniería Estructural de la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco.

RESUMEN

El presente trabajo muestra algunos resultados obtenidos de un extenso estudio paramétrico, realizado a marcos de acero con disipadores de energía histeréticos montados en contravientos concéntricos tipo chevrón (V invertida). Dicho estudio consistió en evaluar parámetros globales de diseño sísmico, mediante el análisis estático no lineal (*pushover*).

El objetivo de este estudio es proponer parámetros globales de diseño sísmico para estructuras de acero con base en marcos dúctiles, que dispongan de disipadores de energía histeréticos montados en contravientos tipo chevrón, que puedan insertarse transparentemente, tanto en el Reglamento para las Construcciones del Distrito Federal como en el Manual de Obras Civiles (MOC) de la Comisión Federal de Electricidad. Los marcos analizados se diseñaron como marcos dúctiles, de acuerdo con las normas técnicas vigentes para estructuras metálicas (NTCM-04). Además, se utilizaron distintas relaciones paramétricas como: altura de marcos, las cuales oscilaron entre 5 y 25 niveles; ángulo de inclinación de los contravientos con respecto al eje horizontal (θ), para valores de 40° y 45°; balances de rigidez entre el marco y el sistema contraviento-disipador (α); relaciones de rigidez elástica entre el contraviento y el disipador (β); así como la pendiente posterior a la fluencia (K_2) de los disipadores de energía, para distintos valores reportados en diferentes pruebas experimentales y estudios ($K_2=0, 3$ y 5%).

De los resultados obtenidos en el estudio se definen balances “óptimos” de rigidez α y β , a partir de la metodología de diseño propuesta, la cual tiene por objetivo aprovechar al máximo la capacidad de deformación inelástica del disipador; esto es, que desarrolla su máxima ductilidad por desplazamiento μ , antes de que el marco de acero presente fluencias incipientes en los extremos de los elementos que lo conforman. Por último, se hacen algunos comentarios adicionales en relación con: la ductilidad global del sistema (Q); ductilidad local de los disipadores histeréticos (μ) y los factores de sobrerresistencia (R), para las distintas combinaciones paramétricas de α , β , K_2 y θ . Finalmente, se definen las distorsiones de entrepiso de fluencia (Δ_y) y últimas (Δ_u), para los distintos balances de rigidez entre el marco y el sistema contraviento-disipador.

• **Objetivos generales**

Proponer criterios de diseño sísmico para edificios compuestos por marcos de acero y disipadores de energía histeréticos, que puedan incluirse fácil y transparentemente en la normatividad vigente, propiamente en el Apéndice A de las Normas Técnicas Complementarias, vigentes para el Distrito Federal, y también en el Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

• **Objetivos específicos**

1. Emplear las ductilidades recomendadas para los disipadores de energía (μ_d).
2. Obtener los balances de rigidez lateral óptimos entre el marco estructural metálico y el sistema contraventeo-disipador (α).
3. Obtener los balances de rigidez óptimos entre el disipador y el sistema de soporte (β).
4. Definir el factor de comportamiento sísmico global Q .
5. Definir el factor de reducción por sobrerresistencia global R .
6. Obtener la distorsión de entrepiso para el estado límite de servicio (Δ_y).
7. Conseguir la distorsión de entrepiso para el estado límite último (Δ_u), para alcanzar la ductilidad objetivo de los disipadores de energía (μ_{do}).

INDICE

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Sistema de control de la respuesta sísmica	1
1.2 Disipación pasiva de energía y su relación con la filosofía actual de diseño sísmico	2
1.3 Clasificación de los dispositivos disipadores de energía.....	3
1.4 Descripción del comportamiento, modelado y análisis de los principales disipadores histeréticos	5
1.5 Breve estado del arte en investigación de disipadores por histéresis del material	12
1.6 Breve estado del arte en la aplicación de disipadores por histéresis del material, en estructuras existentes de acero estructural	14
CAPÍTULO 2. PROPUESTAS DE DISEÑO Y REGLAMENTACIÓN EXISTENTES	17
2.1 Diseño por capacidad.....	17
2.2 Análisis estático no lineal ante carga monótona creciente (<i>pushover</i>)	20
2.3 Estudios previos	23
2.4 Reglamentos de diseño sísmico vigentes	27
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA GENERAL DE DISEÑO SÍSMICO PARA ESTRUCTURAS CON DISIPADORES HISTERÉTICOS, CRITERIOS DE DISEÑO POR CAPACIDAD	30
3.1 Adaptación a los reglamentos nacionales	30
3.1.1 Configuración estructural	31
3.1.2 Parámetros de estudio.....	34
3.1.3 Adaptaciones a la reglamentación nacional	35
3.1.4 Modelado para Análisis no lineal.....	44
CAPÍTULO 4. EVALUACIÓN DEL MÉTODO PROPUESTO	48
4.1 Selección de edificio de estudio	48
4.2 Diseño conforme a la metodología propuesta	51
CAPÍTULO 5. PARÁMETROS DE DISEÑO SÍSMICO PARA MARCOS DE ACERO CON DISIPADORES DE ENERGÍA HISTERÉTICOS	71
5.1 Ductilidad recomendada para los disipadores de energía (μ_d)	71
5.2 Balances de rigidez óptimos entre disipador de energía y el sistema de soporte (β)	84
5.3 Balances de resistencia requeridos del marco de acero y el sistema de contraviento-disipador de energía (α).	94
5.4 Factor de comportamiento sísmico (Q)	96
5.5 Factor de reducción por sobrerresistencia (R)	102
5.6 Distorsiones de entrepiso para revisión del estado límite de servicio (Δ_y)	105

5.7	Distorsiones de entrepiso para revisión del estado límite de colapso (Δ_u)	109
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		113
REFERENCIAS		117
APÉNDICE A		
A.1.	Diseño de sistema de piso (Losacero)	121
APÉNDICE B		
B.1.	Rigidez lateral y área transversal de contraviento	129
B.2.	Cortante basal en marcos con disipadores de energía	133
B.3.	Diagrama de interacción para columnas de sección cajón	135
APÉNDICE C		
C.1.	Mapas de demandas inelásticas asociadas al objetivo último de diseño, para marcos de acero con disipadores de energía histeréticos para $\theta = 40^\circ$	138
C.2.	Mapas de demandas inelásticas asociadas al objetivo último de diseño, para marcos de acero con disipadores de energía histeréticos para $\theta = 45^\circ$	153
APÉNDICE D		
D.1.	Distorsiones últimas (Δ_u) en marcos con disipadores de energía para $\theta=40^\circ$	169
D.2.	Distorsiones últimas (Δ_u) en marcos con disipadores de energía para $\theta=45^\circ$	174
APÉNDICE E		
E.1.	Tablas de secciones transversales para marcos de acero con disipadores de energía histeréticos para $\theta = 40^\circ$	180
	Modelo de 5 niveles	181
	Modelo de 10 niveles	188
	Modelo de 15 niveles	195
	Modelo de 20 niveles	202
	Modelo de 25 niveles	209
E.2.	Tablas de secciones transversales para marcos de acero con disipadores de energía histeréticos para $\theta = 45^\circ$	216
	Modelo de 5 niveles	217
	Modelo de 10 niveles	224
	Modelo de 15 niveles	231
	Modelo de 20 niveles	238
	Modelo de 25 niveles	245

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 Sistema de control de la respuesta sísmica

El control de la respuesta sísmica en México ha tenido su desarrollo a partir de los daños causados en la ciudad por el sismo del 19 de septiembre de 1985; los cuales se debieron a la falta de un reglamento de diseño sísmico capaz de regular las prácticas del diseño estructural.

A raíz de este trágico evento se tuvo que adecuar el reglamento de construcción y sus normas técnicas complementarias para diseño por sismo, la principal modificación fue la reducción del factor de comportamiento sísmico Q , que considera cuatro como el valor máximo, e incrementa los requisitos para usar este valor, para evitar la ocurrencia de daños graves o colapsos en un futuro (Del Valle 1988).

Esta adecuación al reglamento es una forma de control de la respuesta sísmica, que se usa en varios reglamentos sísmicos del mundo, con esto se pretende reducir las fuerzas de diseño considerando la ductilidad que puede desarrollar una estructura en función de los materiales y sistemas estructurales. Esto permite aprovechar la capacidad de deformación inelástica de la estructura hasta que se produzcan agrietamientos indeseables, en estructuras de concreto y mampostería, y problemas de estabilidad en las placas de los elementos estructurales en los edificios de acero.

Por otra parte, el intento por controlar los daños provocados por sismos ha llevado al desarrollo de elementos estructurales innovadores que modifican las propiedades, las propiedades dinámicas y en algunos casos incrementa la disipación de energía. En las tres últimas décadas ha crecido considerablemente el número de dispositivos fabricados en el mundo, con la ayuda de instituciones educativas y de investigación, dedicando cada vez mayor tiempo al estudio analítico experimental de estructuras con estos sistemas de control (Jara 1994).

Los sistemas de control de la respuesta sísmica se pueden clasificar en cuatro grandes categorías (Spencer y Sain 1997, Soong y Spencer 2000 y Masahiko y Shin 2006):

- **Sistemas de control activo:** Se componen de sensores localizados cerca de la estructura para medir cualquier excitación externa o variables en las respuestas estructurales. La información medida, calcula la fuerza de control necesaria, con base en un algoritmo, y los actuadores activan generalmente las fuentes externas para producir las fuerzas requeridas. Con esto se busca contrarrestar el efecto de las fuerzas inerciales de la estructura, reduciendo las vibraciones producidas por sismo o viento.
- **Sistemas de control pasivo:** Son dispositivos que sólo se activan ante las fuerzas de inercia que les inducen acciones accidentales, tales como sismo o viento. Las fuerzas que se introducen al sistema estructural están en función de la fuerza de excitación. Estos sistemas incrementan la capacidad de disipación de energía mediante dispositivos de fricción, fluencia de materiales (histéresis), deformación de materiales viscoelásticos o mediante el paso de fluidos por orificios (amortiguadores).
- **Sistemas de control semiactivos:** Es aquel que no interviene en el mecanismo de energía dentro del sistema estructural controlado, ya que es considerado como un control pasivo, pero mediante señales adecuadas de control externo permite reducir las respuestas sísmicas de los edificios.

- **Sistemas de control híbrido:** Se considera típicamente como un sistema que emplea una combinación de dispositivos pasivos y activos. Dado que múltiples dispositivos de control están operando, los sistemas híbridos de control alivian algunas de las restricciones y limitaciones que existen cuando cada sistema está actuando independientemente. Así, los altos niveles de rendimiento pueden ser factibles. Adicionalmente, el resultado del sistema híbrido puede ser más confiable que todo el sistema activo, ya que una porción del control es consumido por el sistema pasivo.

1.2 Disipación pasiva de energía y su relación con la filosofía actual de diseño sísmico

Se puede entender por disipación pasiva de energía a la absorción de ésta por medio de dispositivos mecánicos externos llamados disipadores de energía, con la finalidad de reducir los desplazamientos laterales provocados por fuerzas sísmicas o eólicas, sobre la estructura, y minimizar el daño en elementos estructurales y no estructurales.

La principal función de los dispositivos disipadores de energía es reducir la respuesta dinámica máxima (desplazamientos y fuerzas de inercia), ante distintas sollicitaciones de cargas dinámicas, ya sea por incremento de la energía disipada por histéresis o aumento del amortiguamiento viscoso de los sistemas estructurales.

Otras variables que influyen en la respuesta dinámica de la estructura son: el tipo de suelo donde se desplantará la estructura, la rigidez de la estructura y el amortiguamiento en cada modo de vibrar (Del Valle 1988).

Se define como **amortiguamiento** al proceso de disminución gradual de la amplitud de oscilación (desplazamiento) del sistema, hasta llegar a la posición de equilibrio (Gómez 2013). La relación de amortiguamiento es una propiedad de los sistemas estructurales, y del tipo de material usado. Regularmente se identifica por medio de las letras griegas ζ ó ξ , como un porcentaje del amortiguamiento crítico, éste se define como el amortiguamiento necesario para hacer regresar la estructura a su posición de equilibrio, sin oscilar, como se muestra en la Figura 1.1.



Figura 1.1 Vibración de un oscilador con $\zeta = 0.1$, $\zeta = 1$ (Crítico) y $\zeta = 2$. Adaptado de Chopra 2012

Para estructuras de mampostería, se consideran relaciones de amortiguamiento aproximadamente del 10%. Para estructuras de concreto reforzado se usan valores de ξ ente 3 y 5%. Para las estructuras metálicas los valores de ξ oscilan entre 1 y 3% (Del Valle 1988). Por esta razón es común ver estructuras de acero con disipadores de energía, por su baja relación de amortiguamiento.

La relación de amortiguamiento empleado en los reglamentos es aproximadamente igual al 5% del crítico, con esto se pretende obtener la respuesta máxima generada por los espectros de diseño elástico. Para calcular las fuerzas sísmicas se reducen las ordenadas espectrales con el factor de comportamiento sísmico Q , el cual considera la ductilidad y el comportamiento inelástico de la estructura. Sin embargo, si la relación de amortiguamiento de las estructuras fuese mayor que 5%, la estructura se podría diseñar para fuerzas iguales o mayores, sin recurrir al factor de reducción por comportamiento sísmico Q (Del Valle 1988).

Por ejemplo, para estructuras desplantadas en la zona de lago del Distrito Federal se analiza la posibilidad de aumentar el amortiguamiento por medio de sistemas estructurales externos (dispositivos disipadores), o diseñarlas con factores de comportamiento sísmico bajo ($Q = 2$ ó menor), para que tengan mayor resistencia (Del Valle 1988).

1.3 Clasificación de los dispositivos disipadores de energía

El presente trabajo se concentra en el estudio de disipadores de energía pasiva, propiamente los dispositivos por fluencia de materiales, conocidos como disipadores histeréticos.

Los disipadores de energía pasiva se pueden agrupar en (Spencer y Sain 1997, Tena-Colunga 2007):

- a) **Disipadores histeréticos:** Dependen esencialmente de los desplazamientos de la estructura, están basados en la fluencia de los metales debido a flexión, cortante, torsión o extrusión.
- b) **Disipadores de fricción:** Disipan la energía mediante las fuerzas de fricción que se presentan por el desplazamiento relativo entre dos placas en contacto. Son diseñados para deslizarse ante una carga determinada.
- c) **Disipadores fluido viscoso:** Disipan energía forzando el flujo de un fluido a través de un orificio. Estos dispositivos son similares a los amortiguadores de un automóvil.
- d) **Disipadores viscoelásticos:** Están formados por placas metálicas unidas con capas finas de material viscoelástico y presentan unos ciclos histeréticos característicos elípticos, como se muestra en la Figura 1.2.

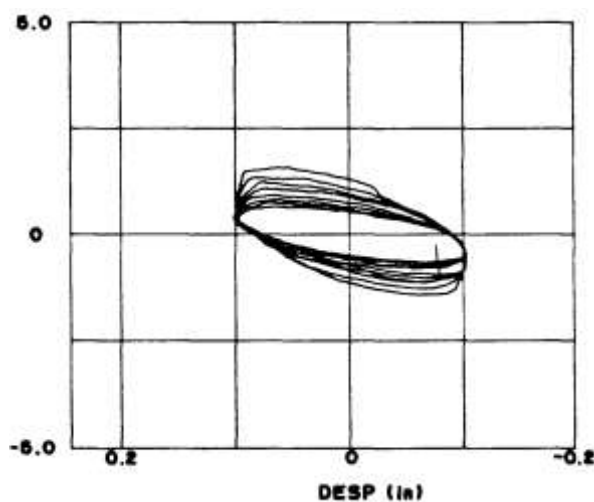


Figura 1.2 Comportamiento histerético de dispositivos viscoelástico, (Jara 1994)

En la Tabla 1.1 se resumen los parámetros a evaluar en los disipadores pasivos de energía. Los parámetros marcados con el símbolo (✓), deben ser considerados antes de usar algún tipo de dispositivo disipador de energía en la estructura.

Tabla 1.1. Parámetros de evaluación para disipadores pasivos de energía (Masahiko y Shin 2006)

Parámetro	Disipadores Histeréticos			Disipador Viscoso	Disipador Hidráulico	Disipador Visco-Elastico
	Plomo	Acero	Fricción			
Límite de Deformación	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Límite de Esfuerzo	✓	✓	✓			✓
Relación Fuerza-Desp.	✓	✓	✓			✓
Rigidez horizontal (inicial y secundaria)	✓	✓	✓			
Esfuerzo de fluencia	✓	✓	✓			
Límite de velocidad				✓	✓	
Fuerza máxima de amortiguamiento				✓	✓	
Fuerza auxiliar de amortiguamiento					✓	
Relación Fuerza-Velocidad				✓	✓	
Coefficiente de amortiguamiento equivalente viscoso	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Cociente plástico acumulado por deformación	✓	✓	✓			
Distancia total móvil			✓		✓	
Rigidez elástica					✓	✓
Dependencia a la temperatura	✓			✓	✓	✓
Dependencia a la velocidad	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Envejecimiento	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Para el caso de los disipadores de energía histeréticos, empleados en este trabajo de investigación, se requiere conocer el esfuerzo de fluencia de las placas del disipador (f_y), la rigidez inicial (K_{EDD}), rigidez posterior a la fluencia (K_2), deformación de fluencia (Δ_y) y deformación última (Δ_u).

1.4 Descripción del comportamiento, modelado y análisis de los principales disipadores histeréticos

Uno de los grandes retos del proyectista, cuando estudia estructuras con dispositivos disipadores de energía, es desarrollar un modelo adecuado de la estructura que represente su comportamiento, principalmente, ante cargas verticales y laterales.

En México y en otros países se utilizan programas de análisis tridimensional elásticos para representar las estructuras con disipadores de energía, esto debido a que realizar análisis no lineales tridimensionales rigurosos es todavía irrealizable. Actualmente, se pueden realizar análisis tridimensionales híbridos con algunos programas comerciales, donde se modelan algunos elementos para responder elásticamente y otros no linealmente, con base en modelos inelásticos y el uso de vectores Ritz dependientes de la carga, lo que permite resolver ecuaciones de movimiento en coordenadas modales (Tena-Colunga 2000).

El desarrollo de modelos generales, capaces de representar con exactitud los distintos fenómenos histeréticos, ha sido un tema de interés en años recientes. Debido a que la histéresis puede causar una serie de efectos indeseables, incluyendo la pérdida de estabilidad, rigidez, límite de ciclos y error en el estado estacionario, por mencionar algunos. Los mayores obstáculos que debe superar el ingeniero estructurista, cuando se enfrenta con un problema de análisis no lineal, son obtener un modelo adecuado del comportamiento histerético, y encontrar los medios correspondientes del análisis y diseño capaz de relacionar el comportamiento no lineal (Sain y Spencer 1997).

Los modelos histeréticos pretenden representar matemáticamente la relación entre la fuerza y el desplazamiento como consecuencia de carga y descarga (Cahís 2000), debido a la acción de las fuerzas que actúan sobre la estructura. El comportamiento no lineal en una estructura está asociado al daño que ésta puede experimentar. Mediante los modelos histeréticos es posible estudiar el comportamiento sísmico de edificios que contienen disipadores de energía, ya que son capaces de reproducir el deterioro de los disipadores. De esta manera, es posible estimar la capacidad residual de disipación de los mismos para un siguiente sismo y determinar cuándo sería necesario reemplazarlos (Sain y Spencer 1997).

Los disipadores de energía elastoplásticos no manifiestan degradación hasta un número elevado de ciclos, y suelen adoptarse modelos no degradantes para describir su comportamiento histerético. Los modelos más sencillos son los bilineales perfectamente plásticos, empleados frecuentemente para representar el comportamiento no lineal del acero, tanto en la estructura como en los disipadores, donde rige el comportamiento plástico. En la mayoría de los análisis paramétricos se han adoptado estos modelos, siendo el más empleado el bilineal sin endurecimiento (Cahís 2000), como se muestra en la Figura 1.3.

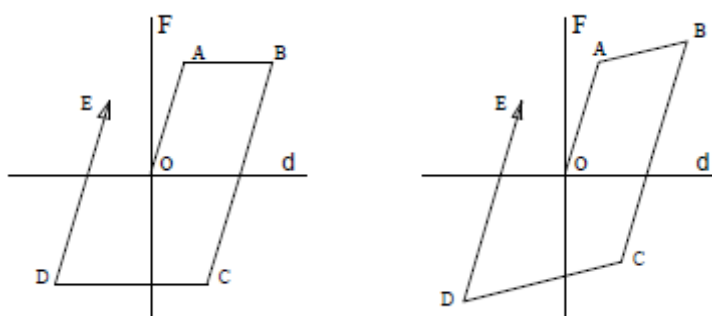


Figura 1.3 Modelo histerético sin endurecimiento y con endurecimiento (Cahís 2000)

Los disipadores con ciclos histeréticos que resultan rectangulares, son muy eficientes en la disipación de energía, ya que el área bajo la curva esfuerzo deformación es grande (Jara 1994). Los modelos histeréticos que tienen un área reducida dentro de sus ciclos o lazos histeréticos, tienen una menor capacidad de disipación de energía y deterioro progresivo en la resistencia, la cual se verá afectada en eventos futuros (Cahís 2000).

Los resultados experimentales obtenidos por Escobar y Sánchez en 1998, para un sistema de placas de acero sometidas a flexión, mostraron que su comportamiento no es elasto-plástico. Así, debido a que la falla de las placas fue siempre frágil y que el deterioro del material no afectó las curvas fuerza-desplazamiento. Para representar analíticamente los resultados experimentales, se puede emplear el modelo de Ramberg-Osgood (Amateco et al 2004).

A continuación se presenta los puntos más relevantes del trabajo de investigación titulado “Modelado analítico de edificios con disipadores de energía”, elaborado por Tena Colunga en 2000. El documento presenta procedimientos de modelado para contravientos concéntrico y tipo chevrón usados comúnmente, para distintos disipadores de energía. También se propone expresiones para calcular la rigidez y resistencia de los disipadores tipo solera, ADAS y TADAS, a partir de diversos estudios y resultados experimentales.

El estudio de los dispositivos disipadores de energía ha atraído el interés de numerosos investigadores en tiempos recientes. En México, se ha centrado principalmente en los disipadores de energía que trabajan por histéresis del acero, entre los cuales resaltan estudios sobre los denominados DS (dispositivos solera), ADAS (*Added Damping And Stiffness*) y los dispositivos TADAS (*Triangular Added Damping And Stiffness*). Se han realizado diversos estudios paramétricos tendientes a evaluar la aplicabilidad de los dispositivos disipadores de energía como una solución técnicamente eficiente en la reducción de la respuesta sísmica de las estructuras. (Tena-Colunga 2000).

La gran mayoría de los dispositivos disipadores de energía que trabajan por histéresis del acero requieren ser montados en contravientos concéntricos o tipo chevrón. Para disipadores de energía colocados en diagonales concéntricas y que trabajan axialmente, la rigidez axial de cada diagonal equivalente (K_{eq}) con respecto a su eje longitudinal principalmente está dada por la ecuación 1.1 (Tena-Colunga 2000):

$$\frac{1}{K_{eq}} = \frac{1}{K_{diag}} + \frac{1}{K_{DDE}} \quad (1.1)$$

donde K_{diag} es la rigidez axial elástica de la diagonal concéntrica con respecto a su eje longitudinal principal, mientras que K_{DDE} es la rigidez elástica del dispositivo disipador de energía resuelta con respecto a las coordenadas locales del elemento diagonal equivalente.

En el caso de los disipadores que se montan en contravientos tipo chevrón, que estarán trabajando en el mismo sentido lateral de la estructura, pero en la dirección oblicua con respecto a su eje longitudinal de las diagonales que forman parte de los contravientos chevrón, por lo que la rigidez axial de cada diagonal equivalente (K_{eq}) con respecto a su eje longitudinal, principalmente, estaría dada por la ecuación 1.2, siempre y cuando el contraviento chevrón cuente con diagonales de la misma longitud y ángulo de inclinación medido con respecto al eje horizontal (θ), (Tena-Colunga 2000).

$$\frac{1}{K_{eq}} = \frac{1}{K_{diag}} + \frac{2\cos^2\theta}{K_{DDE}} \quad (1.2)$$

donde K_{diag} es la rigidez axial elástica de cada una de las diagonales que forman parte del contraventeo chevrón con respecto a su eje longitudinal principal, mientras que K_{DDE} es la rigidez elástica del dispositivo disipador de energía. En la Figura 1.4, se presentan dos tipos de arreglos comunes de contraventeo para marcos estructurales.

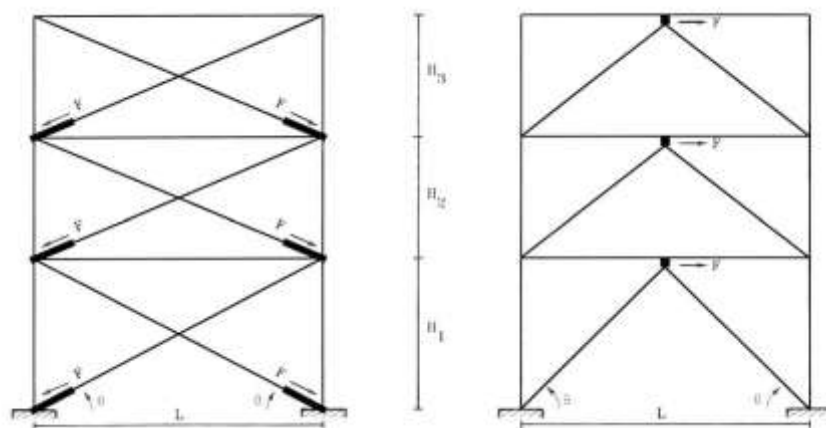


Figura 1.4 Formas convencionales de montar disipadores de energía en marcos (Tena-Colunga 2000)

Cuando se define la manera de calcular la rigidez axial de cada diagonal equivalente K_{DDE} , el proceso de modelado en programas de análisis estructural resulta más sencillo. Pero la parte esencial en el análisis es definir correctamente la K_{DDE} , dependiendo de los dispositivos que se estén considerando y, en el proceso de diseño, definir la fuerza axial de diseño de los dispositivos para dimensionar adecuadamente (Tena-Colunga 2000). A continuación, se describirán los procedimientos para modelar elástica e inelásticamente los dispositivos disipadores de energía histeréticos más comunes.

Dispositivo solera

En los dispositivos solera (DS), la disipación de energía se produce por la histéresis asociada al rolado por flexión de las soleras. Cuando los dispositivos se montan en un arreglo con diagonales concéntricas (ver Figura 1.5), los DS trabajan en la misma dirección de las diagonales, mientras que el arreglo con contraventeo chevrón trabajan en la dirección horizontal oblicua a las diagonales. Por lo tanto, para fines de cálculo de las diagonales equivalentes (K_{eq}), definidas por las ecuaciones 1.1 y 1.2, K_{DDE} es simplemente la rigidez elástica inicial del dispositivo solera K_{DS} . De acuerdo con el modelo histerético propuesto por Aguirre y Sánchez en 1992, con base en sus ensayos experimentales, la curva primaria de cualquier dispositivo solera estaría dada por las siguientes expresiones (Tena-Colunga 2000):

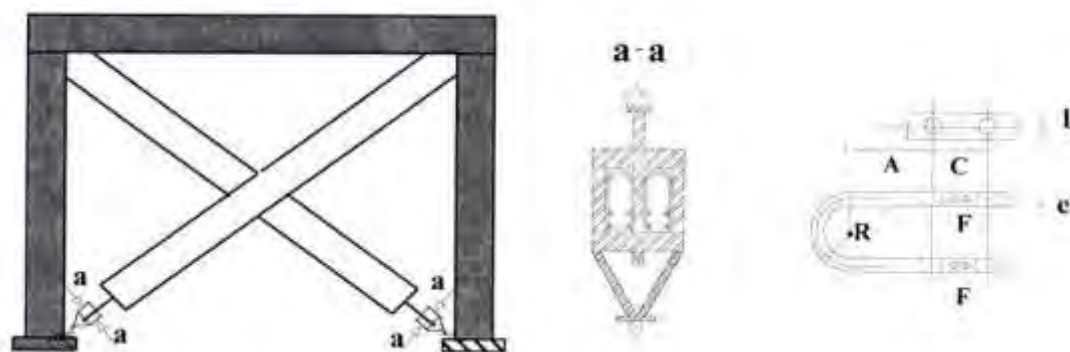


Figura 1.5 Forma de montaje y geometría de dispositivo solera (Tena-Colunga 2000)

$$K_{DDE} = K_{DS} = 4.24 \frac{F_u}{t} \quad (1.3)$$

$$K_2 = 0.134 \frac{F_u}{t} = 0.032 K_{DS} \quad (1.4)$$

$$F_u = F_{uDS} = \frac{M_p}{R} = \frac{\sigma_u b t^2}{4R} \quad (1.5)$$

$$\Delta_y = 0.1782t \quad (1.6)$$

$$\Delta_u = 2t \quad (1.7)$$

$$F_y = 0.756 F_{uDS} \quad (1.8)$$

donde:

σ_u	Esfuerzo último del acero en la solera
b	Ancho de cada solera
R	Radio medio de la curvatura de la solera
$t = e$	Espesor de la solera
K_2	Rigidez posterior a la fluencia del dispositivo solera
F_y	Fuerza de fluencia del dispositivo solera
F_u	Capacidad última del dispositivo solera
Δ_y	Desplazamiento de fluencia del dispositivo solera
Δ_u	Desplazamiento último del dispositivo solera

De acuerdo con el estudio, para que un elemento pueda resistir 100 ciclos debe cumplir lo siguiente:

$$R = 3.57t \quad (1.9)$$

Por lo que en este caso la rigidez elástica inicial y la capacidad última del dispositivo solera se puede estimar como sigue:

$$K_{DDE} = K_{DS} = n(0.297\sigma_u b) \quad (1.10)$$

$$F_u = F_{uDS} = n(0.07\sigma_u b t) \quad (1.11)$$

Donde n es el número de soleras en forma de "U" que forman parte del dispositivo. De acuerdo con los estudios de Aguirre y Sánchez, se recomienda utilizar soleras con un ancho de tres veces su espesor y con esfuerzo último de 4200kg/cm² (Tena-Colunga 2000).

Dispositivo ADAS

Los dispositivos ADAS (*Added Damping And Stiffness*) están formados por placas de acero estructural de sección variable cuya forma se asemeja al perfil de un reloj de arena (ver Figura 1.6). Estos dispositivos trabajan básicamente a cortante, plastificándose casi en su totalidad en doble curvatura para disipar energía por histéresis; sin embargo, resulta muy difícil hacer trabajar a los ADAS en el arreglo de diagonales concéntricas, pues se requieren detalles muy complicados en las conexiones entre las

diagonales y los elementos estructurales originales para garantizar el adecuado trabajo de los dispositivos. El mejor arreglo para utilizar los dispositivos ADAS es montarlos en los contraventeos tipo chevrón, donde trabaja en la dirección oblicua a las diagonales. Para cualquiera de las dos disposiciones, K_{DDE} es la rigidez inicial del dispositivo ADAS K_{ADAS} , la cual está definida como (Tena-Colunga 2000):

$$K_{DDE} = K_{ADAS} = n \frac{f_{66}}{f_{22}f_{66} - f_{26}^2} \quad (1.12)$$

$$f_{22} = \frac{12}{Et^3} \left\{ \frac{h^3}{2b_1 \ln\left(\frac{b_1}{b_2}\right)} \left[\frac{b_1}{b_2} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{\left[\ln\left(\frac{b_1}{b_2}\right) \right]^2} \right) - 1 - \frac{1}{\ln\left(\frac{b_1}{b_2}\right)} - \frac{1}{\left[\ln\left(\frac{b_1}{b_2}\right) \right]^2} \right] \right\} + \frac{78h}{25Et b_1 \ln\left(\frac{b_1}{b_2}\right)} \left(\frac{b_1}{b_2} - 1 \right) \quad (1.13)$$

$$f_{26} = \frac{12}{Et^3} \left[\frac{h^2}{2b_1 \ln\left(\frac{b_1}{b_2}\right)} \left(\frac{b_1}{b_2} - 1 \right) \right] \quad (1.14)$$

$$f_{66} = \frac{12}{Et^3} \left[\frac{h}{b_1 \ln\left(\frac{b_1}{b_2}\right)} \left(\frac{b_1}{b_2} - 1 \right) \right] \quad (1.15)$$

donde:

- n Número de placas en forma de reloj de arena que forman el dispositivo
- b_1 Ancho de las placas en sus extremos
- b_2 Ancho de la garganta de las placas
- t Espesor de cada placa
- h Altura de la placas
- E Módulo de elasticidad del acero con que se fabrican las placas del dispositivo

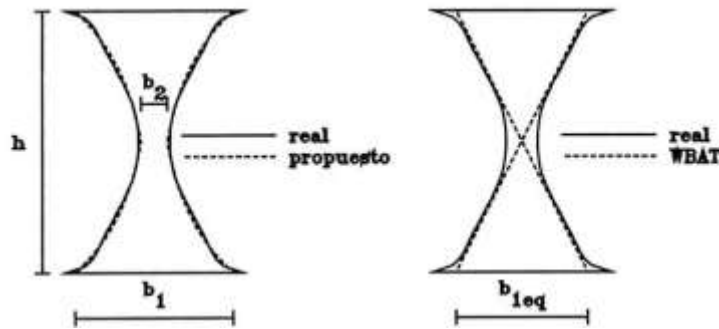


Figura 1.6 Geometría de dispositivo ADAS (Tena-Colunga 2000)

En la Figura 1.6 se muestra la geometría típica de un dispositivo ADAS. Los dispositivos ADAS están formados por placas de acero estructural A-36 de sección variable cuya forma se asemeja a un reloj de arena. De acuerdo con un análisis de regresión realizado con datos de la geometría real de los dispositivos ADAS, el mejor ajuste se obtiene cuando la relación de $b_1 = 0.60h$ y $b_2 = 0.10h$. De manera alternativa, la rigidez se puede estimar con una expresión propuesta por Whittaker, y se calcula como (Tena-Colunga 2000):

$$K_{DDE} = K_{ADAS} = n \left[\frac{2}{3} E b_{eq} \ln \left(\frac{t}{h} \right)^3 \right] \quad (1.16)$$

donde b_{1eq} es el ancho equivalente de las placas en sus extremos y se toma igual a la mitad de la altura de la placa del dispositivo ($b_{1eq} = 0.5h$).

La capacidad última por cortante de un dispositivo ADAS está dada, de acuerdo con la modelación propuesto por Tena:

$$F_u = V_{ADAS} = n \left(\frac{\sigma_y (b_1 - b_2) t^2}{2h} \right) \quad (1.17)$$

donde el esfuerzo de fluencia del acero utilizado para las placas de los dispositivos ADAS es $\sigma_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$. El desplazamiento de fluencia de los dispositivos está definido por:

$$\Delta_y = \frac{V_{ADAS}}{K_{ADAS}} \quad (1.18)$$

En estudios previos, se ha encontrado que los desplazamientos de fluencia calculados con procedimientos analíticos, son menores con respecto a las pruebas experimentales, debido a que éstas últimas, no logran proporcionar la condición de empotramiento perfecto que se supone en los métodos analíticos (Tena-Colunga 2000).

Para fines de diseño y análisis no lineal, se puede considerar, conservadoramente, que los dispositivos ADAS tienen un **comportamiento elastoplástico perfecto** o, más acorde con el comportamiento observado en pruebas experimentales, **comportamiento bilineal**, esto es que la pendiente posterior a la fluencia del dispositivo varía entre 2 y 10%. Sin embargo, para fines prácticos y razonablemente conservadores se puede considerar que la pendiente es aproximadamente igual a 5%, es decir, $K_2 = 0.05K_{ADAS}$ (Tena-Colunga 2000).

En ensayos experimentales se ha observado que los dispositivos ADAS son capaces de desarrollar demandas de ductilidad locales del orden de 10 ($\Delta_u = 10\Delta_y$) sin sufrir degradación en su resistencia, por lo que este valor debe ser tomado en cuenta como indicador de la deformación que debe tolerarse para fines de diseño (Tena-Colunga 2000).

Dispositivo TADAS

Los dispositivos TADAS son en realidad una variante del dispositivo ADAS, por lo que también trabajan básicamente a cortante, pero con la salvedad que la plastificación para disipar energía por histéresis se produce en una curvatura simple, como se muestra en la Figura 1.7, ya que se encuentra articulado en uno de sus vértices, (Tena-Colunga 2000).

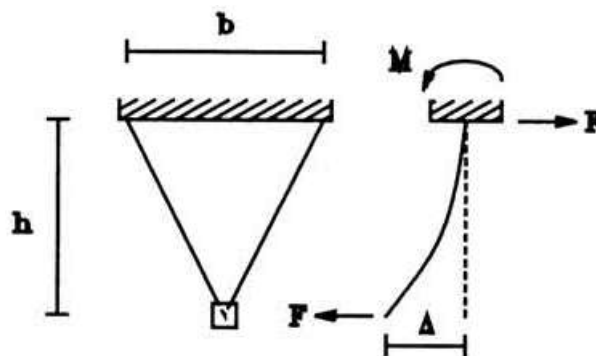


Figura 1.7 Geometría y comportamiento de dispositivo TADAS (Tena-Colunga 2000)

Al igual que los dispositivos ADAS resultaría muy difícil hacer trabajar a los dispositivos TADAS, en un arreglo con diagonales concéntricas, pues se requerirían detalles de conexión muy complicados entre las diagonales y los elementos estructurales originales para garantizar el adecuado trabajo de los dispositivos, por lo que el mejor arreglo para montar los dispositivos TADAS es el contraventeo tipo chevrón. En este caso K_{DDE} es la rigidez elástica inicial del dispositivo TADAS que, de acuerdo con Tsai, estaría dada por (Tena-Colunga 2000):

$$K_{DDE} = K_{TADAS} = n \left\{ \frac{1}{6} E b \left(\frac{t}{h} \right)^3 \right\} \quad (1.19)$$

n	Número de placas triangulares que forman parte del dispositivo TADAS
b	Ancho de las placas en sus extremos
t	Espesor de cada placa
h	Altura de la placas
E	Módulo de elasticidad del acero con que se fabrican las placas del dispositivo

El cortante de fluencia y cortante último de un dispositivo TADAS están dados por:

$$F_y = V_y^{TADAS} = n \left(\frac{\sigma_y b t^2}{6h} \right) \quad (1.20)$$

$$F_u = V_u^{TADAS} = n \left(\frac{\sigma_u b t^2}{4h} \right) \quad (1.21)$$

donde el esfuerzo de fluencia del acero utilizado para las placas de los dispositivos TADAS es $\sigma_y = 2530$ kg/cm². El desplazamiento de fluencia de los dispositivos está definido por:

$$\Delta_y = \frac{\sigma_y h^2}{E t} \quad (1.22)$$

De los resultados de las pruebas experimentales realizadas por Tsai, a los dispositivos TADAS, se observa que estos presentan un comportamiento histerético bilineal estable, un endurecimiento por deformación considerable para grandes deformaciones del disipador.

Para fines de diseño y análisis no lineal se puede considerar que los dispositivos TADAS tienen un comportamiento bilineal, donde la pendiente posterior a la fluencia de los dispositivos TADAS puede estimarse entre 3 y 5%, la pendiente elástica ($0.03K_{TADAS} < K_2 < 0.05K_{TADAS}$), si no se toma en cuenta el intervalo en que estos dispositivos presentan endurecimiento por deformación. Los resultados de los ensayos experimentales, presentados por Tsai, muestran que los dispositivos TADAS son capaces desarrollar demandas de ductilidad locales del orden de 8 ($\Delta_u = 8\Delta_y$) antes de que se presente el endurecimiento por deformación y de 10 ($\Delta_u = 10\Delta_y$), cuando se presenta el endurecimiento por deformación, por lo que este intervalo puede ser tomado como indicador de la deformación que debe tolerarse para fines de diseño (Tena-Colunga 2000).

1.5 Breve estado del arte en investigación de disipadores por histéresis del material

En México, a raíz de los daños ocasionados a distintas estructuras, por el sismo del 19 de septiembre de 1985, se han realizado diversas investigaciones para entender mejor el comportamiento de las estructuras ante carga sísmica y poder hacer las adecuaciones pertinentes al reglamento de construcción y sus normas técnicas complementarias (Del Valle 1988).

A consecuencia de los daños, se propusieron soluciones innovadoras con base en dispositivos disipadores de energía y aislamiento en la base, como una manera de reforzar las estructuras dañadas y regularizar algunas diseñadas con reglamentos anteriores a 1985.

Muchas investigaciones se han realizado desde entonces; sin embargo, la aplicación de éstas ha sido lenta, debido a la falta de especificaciones de diseño en los reglamentos de construcción del país, para zonas con alta actividad sísmica.

Se han propuesto metodologías generales de diseño para dispositivos de disipación de energía y aisladores en la base, para ser incluidas en los reglamentos de diseño, las cuales están en proceso de actualización.

Las investigaciones sobre disipadores de energía han sido del interés de muchos académicos en México en los últimos 25 años, en especial los denominados histeréticos. A continuación se destacan algunas de las investigaciones experimentales realizadas (Tena-Colunga 2007, Jara 1994):

- Aguirre y Sánchez, a principios de 1990, iniciaron las primeras investigaciones de los disipadores de energía en forma de U de tiras de acero templado, conocido como dispositivo solera (DS), en estos dispositivos se definen los ciclos de fatiga caracterizada por la deformación.
- A partir de 1990, González-Alcorta y colaboradores, realizaron pruebas de ciclo de cargas pseudo-estáticas y en mesa vibradora a los dispositivos solera, montado en contraventeo tipo chevrón.
- Ortega-Beltrán y Escobar realizaron, en la segunda mitad de la década de los noventa, pruebas al dispositivo viga (DV), basado en el comportamiento histerético a flexión.
- En el año 2003 Aparicio y López-Bátiz, realizaron pruebas de ciclo de cargas pseudo-estáticas, al dispositivo panel de acero de baja fluencia a cortante con las siglas en inglés (LYSSP), montado en contraventeo tipo chevrón.

Las investigaciones analíticas de los disipadores de energía se pueden clasificar en varias vertientes, por mencionar algunas de las principales a continuación (Tena-Colunga 2007, Jara 1994):

1) Estudio paramétrico usado en sistemas de un grado de libertad

- Gómez-Soberón, en 1993, presentó el trabajo donde el uso de disipadores pasivos de energía histeréticos es comparado con el sistema de marco contraventeado para edificios medianos y altos, construidos en zonas de terreno blando y firme de la Ciudad de México.
- Arista y Gómez, en 1993, presentaron el estudio de la respuesta torsional de una estructura con disipadores pasivos de energía histeréticos para suelos blandos y firmes de la Ciudad de México.

- Cabrera y Martínez-Rueda, a inicios del año 2000, en su estudio modelan la respuesta no lineal del sistema contraventeo-amortiguador histérico de acuerdo con el modelo propuesto por Clough. En su estudio se definió el balance de la rigidez-esfuerzo, entre la estructura y el sistema contraventeo-amortiguador, para veinte registros típicos de movimiento en terreno firme en todo el mundo.

2) Estudios en modelos de múltiples grados de libertad

- A mediados de 1990 Ruiz y colaboradores, realizaron estudios donde la distribución espacial de amortiguadores histeréticos con diferentes configuraciones de contravientos, fueron evaluados para modelos de marcos, cuando actúan movimientos típicos registrados en suelos blandos de la Ciudad de México.
- Jara, Vargas, Ruiz, Hernández y varios más, partir de 1993 y hasta la fecha, han hecho comparaciones entre el uso de disipadores pasivos de energía histerético y el sistema de marco contraventeo como una solución de reforzamiento estructural para edificios medianos y altos en suelos blandos de la Ciudad de México, y encontraron que para este tipo de edificios, un mejoramiento en la respuesta estructural es obtenida usando dispositivos disipadores pasivos de energía, la cual es mayor que el sistema tradicional de marco contraventeado.

3) Propuesta de modelación para dispositivos específicos

- Aguirre y Sánchez, en paralelo con Tena-Colunga y Terrones, desde 1989 hasta 2002, han propuesto directrices simples de cómo puede obtenerse el tamaño de dispositivos disipadores de energía a partir del resultado del análisis estructural.
- Tena-Colunga, Fernández y Vera, de 1992 hasta la fecha, han propuesto modelos de análisis lineal y no lineal para algunos dispositivos como los tipos solera, ADAS, DV y SSPVS.

4) Evaluación y validación del uso de modelos no lineales

- Entre 1998 y 2002, Tena-Colunga presentó un estudio donde evalúa los aspectos de modelos comunes de análisis usados en estructuras con disipadores de energía metálicos; la viabilidad de algunas simplificaciones para el análisis no lineal de estructuras con disipadores de energía metálicos y, por último, aspectos que deben ser tomados en cuenta para el diseño de estructuras con disipadores de energía metálicos.
- Por su parte, Amateco y Escobar, en 2006, presentaron una modificación del modelo histerético de Ramberg-Osgood para representar la respuesta sísmica del sistema estructural con disipadores de energía, que considera el deterioro de rigidez, resistencia y endurecimiento por deformación del material.

5) Rehabilitación y optimización de estructuras con dispositivos disipadores pasivos de energía

- García-Pérez, en el 2006, presentó un estudio para el proceso de optimización de marco, para reducir el costo total de una estructura, el costo inicial y el costo por reforzamiento debido a los sismos. Las funciones de costo inicial fueron descritas en términos de los parámetros sísmicos de

diseño. Las funciones de vulnerabilidad fueron obtenidas para cuatro diferentes análisis, de un concreto reforzado con dispositivos disipadores de energía histeréticos instalados en contraventeos, que se supone en suelo blando de la Ciudad de México. La función de vulnerabilidad junto con los análisis de costos realizados fueron utilizados para encontrar el costo de la relación de intensidad daño-sismo. Los resultados sugieren que el uso de sistemas con disipadores de energía encabezan la mejor solución cuando la alta intensidad sísmica es esperada.

6) Procesos y directrices de diseño

- En el 2001, Ruiz y Badillo, presentaron un algoritmo que fue exitosamente aplicado a un edificio de diez niveles de concreto reforzado, el cual fue rehabilitado con disipadores solera; posteriormente en el 2004, Torres y Ruiz, propusieron una modificación a este algoritmo de diseño para la rehabilitación de edificios con dispositivos disipadores de energía histerético, basado en un análisis de la demanda sísmica probabilístico.
- Montiel y Ruiz, en el 2006, propusieron un método de la rehabilitación de edificios con disipadores de energía, formulado dentro del formato de la demanda y diseño del factor de capacidad. El aprovechamiento de la propuesta está basado en la verificación de los niveles de confianza correspondientes a la estructura rehabilitada, estos son iguales o mayores que los niveles de confianza asociados con una estructura similar convencional, la cual es diseñada en concordancia con un código de diseño sísmico referente. El criterio fue ilustrado con un edificio de cinco niveles, hipotéticamente rehabilitado con disipadores pasivo de energía (TADAS).

1.6 Breve estado del arte en la aplicación de disipadores por histéresis del material, en estructuras existentes de acero estructural

Una gran cantidad de sistemas de control pasivo o dispositivos disipadores de energía pasiva han sido desarrollados e instalados en estructuras para mejorar su desempeño bajo cargas sísmicas.

Sin embargo, en la actualidad, el uso de dispositivos disipadores de energía, en edificios, se resume aproximadamente a veinticinco estructuras entre nuevas y rehabilitadas en todo el país, de las cuales la gran mayoría se concentran en la Ciudad de México como se muestra en la siguiente tabla (Tena-Colunga 2007):

Tabla 1.2 Proyectos con disipadores pasivos de energía (adaptada de Tena-Colunga 2007)

Nombre de Proyecto	Estructura		Tipo de Proyecto	Dispositivo	Lugar	Año
	Acero	Concreto				
Izazaga 38-40	✓		Refuerzo	ADAS	México, D.F.	1989
Hospital de Cardiología		✓	Refuerzo	ADAS	México, D.F.	1990
Hospital 20 de noviembre	✓		Refuerzo	SBC	México, D.F.	1992-1994
Oficinas centrales del IMSS		✓	Refuerzo	ADAS	México, D.F.	1993-1997
Corporativo 3M	✓		Nueva	Amortiguadores viscoelásticos	México, D.F.	1996-1997
Estacionamiento TMM	✓	✓	Nueva	ADAS	Acapulco	1997
Oficinas de la SAGARPA		✓	Refuerzo	DV	México, D.F.	1999
La Joya	✓		Nueva	ADAS	Acapulco	1999
Torre Monterrey		✓	Refuerzo	ADAS	México, D.F.	2002
Torre Mayor	✓		Nueva	Taylor	México, D.F.	2003
Córdoba		✓	Refuerzo	ADAS	México, D.F.	2004
Romanza	✓	✓	Nueva	ADAS	Acapulco	2005
Nautilus	✓	✓	Nueva	ADAS	Acapulco	2005
Fray Servando		✓	Refuerzo	Taylor	México, D.F.	2005
Mar Azul	✓	✓	Nueva	ADAS	Acapulco	2006

En las últimas dos décadas, el número de aplicaciones de las innovaciones tecnológicas en construcciones sismo resistente, se ha incrementado drásticamente, y el crecimiento en el interés no ha sido limitado a un solo país. El número substancial de estructuras ha sido en Estados Unidos, Japón, Nueva Zelanda, Italia, Canadá China, y muchos otros países alrededor del mundo (UCB/EERC 2012).

Los disipadores pasivos de energía han sido implementados en aproximadamente más de 721 proyectos alrededor del mundo entre edificios y puentes, ambos para reforzamiento o nuevas construcciones. En la Tabla 1.3, se presenta el número de estructuras con disipadores de energía y aisladores sísmicos (UCB/EERC 2012).

Tabla 1.3 Disipadores pasivos de energía y aisladores sísmicos en el mundo (UCB/EERC 2012)

País	Dispositivo	Tipo de estructura	Cantidad de estructuras
Estados Unidos	Aislamiento sísmico	Puentes	13
		Edificios	38
Estados Unidos	Disipadores pasivos	Edificios	34
Canadá			22
Panamá			1
Japón	Aislamiento sísmico	Puentes	34
		Edificios	300
	Disipadores pasivos	Edificios	32
Nueva Zelanda	Aislamiento sísmico	Puentes	43
		Edificios	8
China	Aislamiento sísmico	Puentes	19
Bangladés	Disipadores pasivos	Puentes	1
Italia	Aislamiento sísmico	Puentes	261
	Disipadores pasivos		
	Aislamiento sísmico	Edificios	29
	Disipadores pasivos		18
Dinamarca	Disipadores pasivos	Puentes	1
Francia			2
Inglaterra			1
Portugal			10
Grecia		Tanque de gas	1
Malasia		Edificios	1
Colombia			1
India			1

CAPÍTULO 2. PROPUESTAS DE DISEÑO Y REGLAMENTACIÓN EXISTENTES

2.1 Diseño por capacidad

En este capítulo se presenta una breve descripción del diseño por capacidad y el análisis estático no lineal ante carga monótona, mejor conocido como *Pushover*, también se hace una síntesis de algunos trabajos de investigación relacionados con el procedimiento de reforzamiento y el diseño de estructuras con disipadores de energía. Estos trabajos son importantes para la propuesta de diseño que se desarrolla en esta tesis. Por último, se presentan algunas propuesta de adecuaciones para el diseño de la rehabilitación de estructuras con disipadores de energía.

El concepto de diseño por capacidad es muy importante en la práctica de la ingeniería sísmica, los aspectos de esta filosofía están implícitamente integrados en muchos códigos de diseño internacionales, principalmente en las especificaciones de detallado estructural.

A finales de 1960, en Nueva Zelanda se desarrolló el diseño por capacidad. Este diseño considera que la acción inelástica es inevitable durante fuertes sismos, es por esto que el ingeniero debe definir las zonas donde ocurrirá una respuesta inelástica. Estas zonas son capaces de desarrollar grandes deformaciones plásticas sin perder significativamente su resistencia. Un adecuado detallado de estas zonas ayuda a evitar fallas prematuras como pandeo local de placas e inestabilidad en los elementos estructurales (Bruneau *et al.* 1998).

En el diseño por capacidad los distintos elementos del sistema resistente a carga lateral son seleccionados, diseñados y detallados adecuadamente para disipar energía bajo grandes deformaciones impuestas por cargas de sismo o viento. La región crítica de esos miembros se denomina articulación plástica, generadas por la acción inelástica de la flexión, y la falla por cortante es inhibida por una adecuada diferencia de resistencia. Para ilustrar el concepto de la filosofía de diseño por capacidad, se representa el comportamiento del sistema estructural como una cadena. Toda cadena se rompe por el eslabón más débil. Pero si ese eslabón más débil es diseñado adecuadamente para que antes de fallar se comporte de manera dúctil, entonces toda la cadena se comportará dúctil (Paulay y Priestley 1992).

Las diferentes solicitaciones sobre los elementos de una estructura se representan por los eslabones de la cadena. La cadena está constituida por eslabones frágiles y por un eslabón dúctil. Se sabe que la falla por fuerza cortante es frágil, mientras que la resistencia a flexión puede ser dúctil, si se diseña respetando ciertas condiciones. Por consiguiente, sería deseable que la resistencia a cortante sea mayor que la resistencia a flexión. En la cadena, los eslabones frágiles estarían representando la resistencia a cortante en los distintos elementos de la estructura, mientras que el eslabón dúctil representaría la resistencia a flexión. La fuerza que se aplica a todos los eslabones de la cadena es la misma, por consiguiente si se provee a los eslabones frágiles con una resistencia mayor que la máxima o resistencia real (sobrerresistencia) que pueda tener el eslabón frágil, habremos conseguido una cadena dúctil que resiste la fuerza aplicada (Paulay y Priestley 1992), como se muestra en la Figura 2.1.

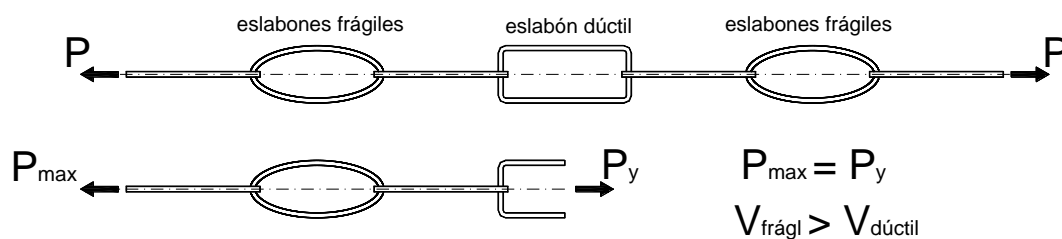


Figura 2.1 Ilustración de principio de diseño por capacidad. Adaptado de Bruneau *et al.* (1998)

El diseño por capacidad puede ser usado para verificar el impacto adverso de los elementos no estructurales en los miembros principales de la estructura. Por ejemplo, en un marco sujeto a carga lateral, la fuerza cortante en las columnas puede ser considerablemente mayor que la esperada, debido a la presencia de la rigidez de los elementos no estructurales que no fueron considerados durante el proceso de diseño como se ve en la Figura 2.2 (Bruneau *et al.* 1998).

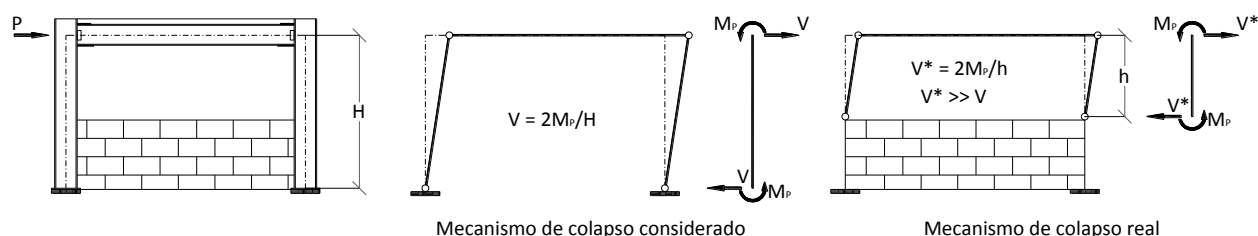


Figura 2.2 Impacto de la rigidez de elementos no estructurales en las fuerzas cortantes de columnas. Adaptado de Bruneau *et al.* (1998)

Las columnas de acero generalmente tienen una resistencia de cortante constante que, es superior que la requerida, para formar las articulaciones plásticas, debido a esto las columnas de acero no sufren la misma suerte como algunas columnas de concreto (Bruneau *et al.* 1998), donde el efecto de columna corta en las columnas de concreto es más crítica en comparación con las columnas de acero.

Por muchas razones, la deformación en vigas, generalmente, es preferible a la deformación en columnas, particularmente en estructuras de varios niveles. La deformación en las vigas mejora considerablemente la capacidad de absorber energía en una estructura, porque más articulaciones plásticas están involucradas en el desarrollo de mecanismos plásticos de colapso; esta filosofía de diseño se le conoce como columna fuerte-viga débil (Bruneau *et al.* 1998).

Para el diseño de los marcos estudiados, el diseño por capacidad será el que rijas el comportamiento de los elementos estructurales en el marco de acero con disipadores de energía y es necesario fijar la secuencia de falla para garantizar el adecuado comportamiento estructural del marco metálico. La intención es evitar fallas prematuras en las columnas, vigas y contravientos, la secuencia de diseño se hará con los siguientes criterios:

- I. Columna fuerte-viga débil.
- II. Viga fuerte-contraviento débil.

La secuencia de falla se divide en cuatro etapas, como se describe a continuación:

- Etapa 1** Inicio de daño en el sistema contraviento-disipador. Esta etapa se inicia cuando los disipadores comienzan a desarrollar rotaciones inelásticas pequeñas, mientras los elementos que conforman el marco no sufren deformaciones inelásticas ni daño permanente.
- Etapa 2** Rotaciones plásticas del sistema contraviento-disipador. En esta fase se desarrollan rotaciones inelásticas muy grandes hasta alcanzar la ductilidad máxima o diseño del disipador ($\mu_d=10$). Una vez alcanzada la ductilidad máxima, el disipador deja de transmitir fuerza a los contravientos, debido a la degradación de la rigidez del disipador. Por esta razón, los contravientos no logran desarrollar su capacidad máxima de diseño a tensión o compresión ($P < P_{cr}$ o $P < P_y$), lo que implica que siempre estarían en el intervalo elástico. Por lo tanto, se considera al contraviento-disipador como un sólo sistema, aunque para fines de análisis y diseño son independientes.
- Etapa 3** Rotaciones plásticas en vigas. Después de que el sistema contraviento-disipador ha desarrollado su máxima capacidad de carga, éste deja de aportar rigidez al marco de acero. Además, si la carga lateral se sigue incrementando, el desplazamiento lateral aumenta, por lo que las distorsiones de entrepiso se incrementan, provocando rotaciones inelásticas o daño permanente. En primer lugar en las vigas, las cuales desarrollan articulaciones plásticas en sus extremos, y posteriormente en las columnas.
- Etapa 4** Rotaciones plásticas en columnas. En esta etapa final, es deseable que el desarrollo de las deformaciones plásticas máximas sean exclusivamente en la base de las columnas de la Planta Baja (PB). Además, no es deseable la formación de deformaciones plásticas en ambos extremos de las columnas de los niveles superiores, porque se desarrollan mecanismos de colapso, conocidos como pisos suaves.

Para determinar la magnitud de las deformaciones en los elementos estructurales, se proponen los intervalos de deformación normalizados, con respecto a la fluencia. Los intervalos nos permiten representar, de forma clara, el nivel de deformación alcanzado en cada uno de los elementos del marco analizado. En la Figura 2.3 se muestran los intervalos de deformaciones inelásticas normalizadas y la curva fuerza-deformación. Las deformaciones inelásticas en los extremos de las vigas, columnas y contravientos se representan con un círculo sólido, para el caso de disipadores de energía se utiliza un cuadrado sólido.

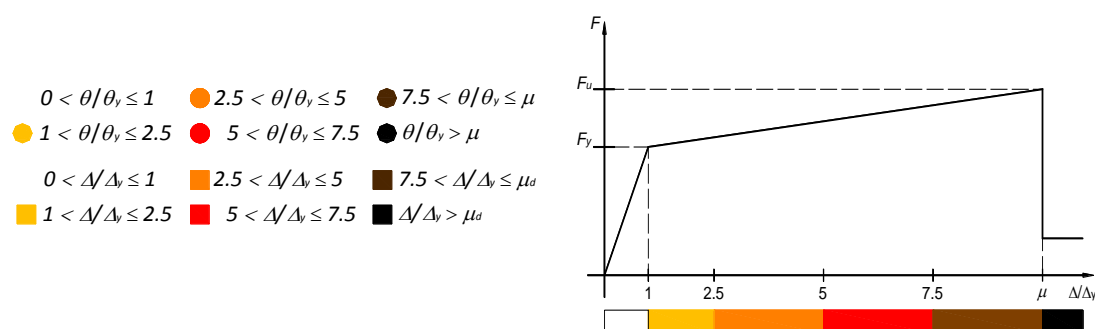


Figura 2.3 Intervalos de deformaciones inelásticas normalizadas y curva fuerza-deformación

En la Figura 2.4 se muestran las etapas del desarrollo de las rotaciones inelásticas, de acuerdo con el procedimiento de diseño sísmico, para marcos de acero con disipadores de energía histeréticos utilizando el criterio de diseño por capacidad.

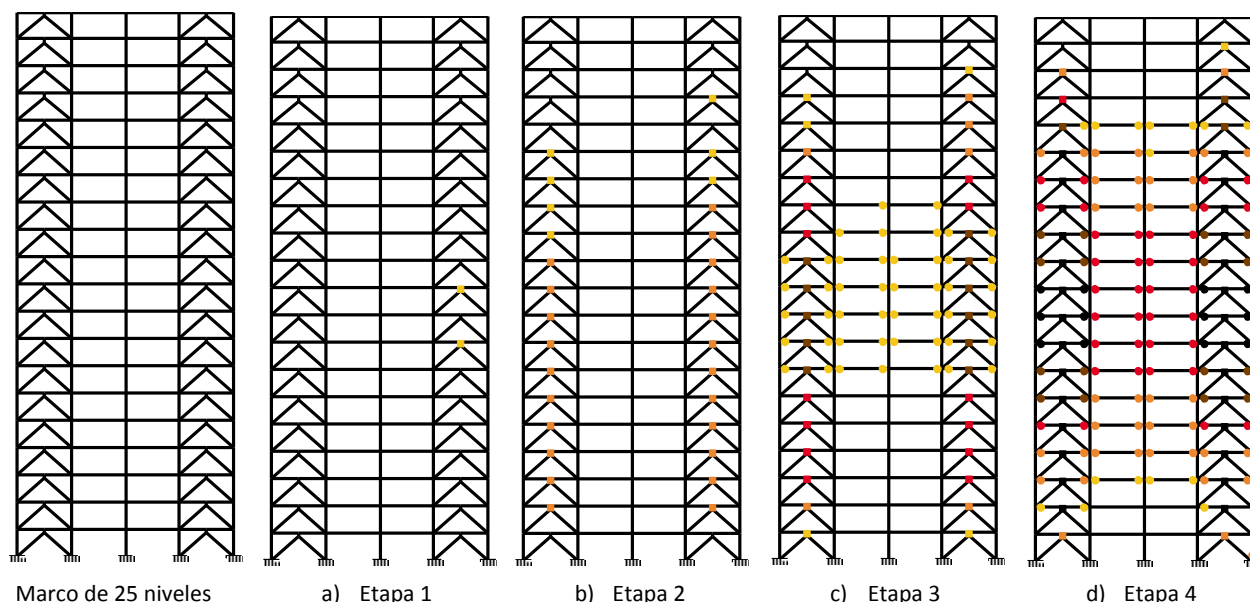


Figura 2.4 Desarrollo de deformaciones inelásticas para marco de acero con disipadores de energía histeréticos

En el Capítulo 3 se describe la propuesta de la metodología utilizada para lograr la secuencia de fallas, antes descrita para los marcos de acero con disipadores de energía.

2.2 Análisis estático no lineal ante carga monótona creciente (*pushover*)

Con la intención de comprobar los criterios de diseño y el cumplimiento de la secuencia de falla, antes descrita, se realizaron análisis estáticos no lineales ante carga monótona creciente (*pushover*). Este tipo de análisis, nos permitió determinar los parámetros globales de diseño sísmico (Q y R) para este tipo de estructuras y su respuesta no lineal. Los resultados de esta investigación se reportan en el Capítulo 5.

El análisis *pushover* consiste en un análisis plástico, paso a paso, para cargas laterales de magnitud relativamente constante, están aplicadas a una estructura e incrementadas progresivamente hasta alcanzar el desplazamiento de diseño u objetivo, mientras las cargas gravitacionales se mantienen constantes. Este análisis es usado para determinar su resistencia última ante carga lateral, también la secuencia de los eventos de fluencia necesarios para alcanzar dicho objetivo y la magnitud de las deformaciones plásticas en el desplazamiento objetivo (Bruneau *et al.* 1998).

El método de análisis *pushover* es relativamente accesible y ha sido usado, además de los análisis convencionales, para determinar la capacidad última de estructuras existentes importantes, validar las propuestas de reforzamiento o soluciones de diseño, comparar la capacidad última y la ductilidad de varios diseños alternativos (Bruneau *et al.* 1998). Por estas razones, en este trabajo de investigación, se realizó el análisis *pushover* para todos los modelos a través del programa de análisis estructural Drain-2DX (Prakash *et al.* 1992).

El procedimiento de análisis estático no lineal ante carga monótona creciente, desarrollado en este estudio, consta de los siguientes pasos básicos:

1. Desarrollo de la relación entre el cortante basal V_b y el desplazamiento del n-ésimo nivel Δ_N (azotea), conocida como curva *pushover* (Figura 2.5).

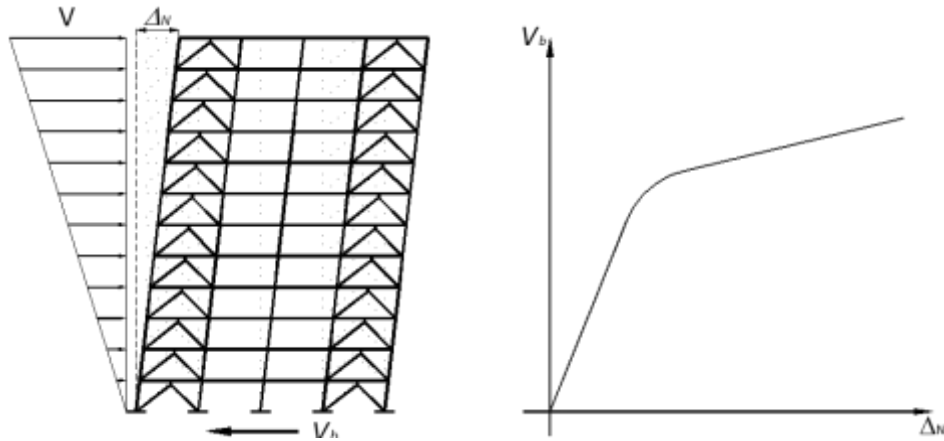


Figura 2.5 Desarrollo de la curva *pushover*. Adaptado de Chopra y Goel (1999)

2. Conversión de la curva *pushover* a un diagrama de capacidad, usando las ecuaciones 2.1 y 2.2, el resultado se observa en la Figura 2.6. Donde A es la pseudo-aceleración, m_j es la masa del nivel j -ésimo, N es el número de niveles de la estructura, M_1^* y γ_{j1} es la masa efectiva y el modo del nivel j -ésimo respectivamente, para el primer modo fundamental de la estructura, y γ_1 es el factor de participación modal para el primer modo.

$$A = \frac{V_b \times \sum_{j=1}^N m_j \gamma_{j1}^2}{\left(\sum_{j=1}^N m_j \gamma_{j1} \right)^2} = \frac{V_b}{M_1^*} \quad (2.1)$$

$$D = \frac{\Delta_N \times \sum_{j=1}^N m_j \gamma_{j1}^2}{N_1 \times \sum_{j=1}^N m_j \gamma_{j1}} = \frac{\Delta_N}{N_1 \gamma_1} \quad (2.2)$$

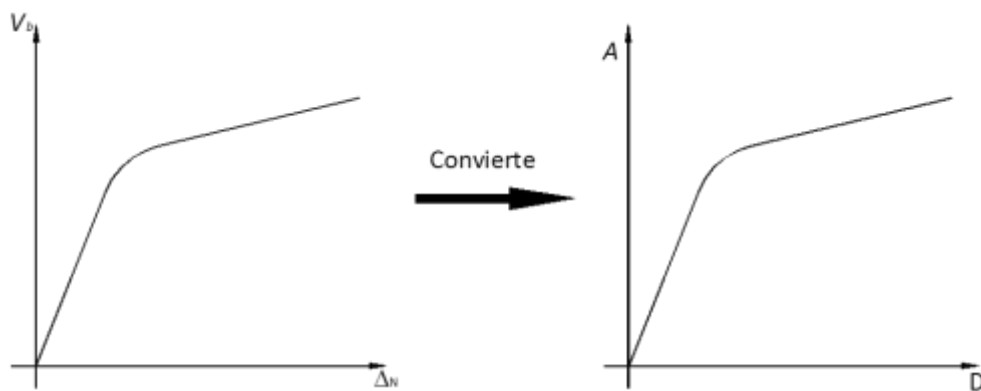


Figura 2.6 Conversión de curva *pushover* a diagrama de capacidad. Adaptado de Chopra y Goel (1999)

Para que sea válido el uso de una curva *pushover*, en cualquier sistema en estudio, se deben cumplir los siguientes requisitos (Deierlein *et al.* 2010):

- La rigidez y fuerzas no lineales de los elementos estructurales se modelan con base en la envolvente de la curva cíclica o histeréticas, que considera implícitamente la degradación de rigidez y fuerza, debido al cíclico de carga, como se muestra en la Figura 2.7.

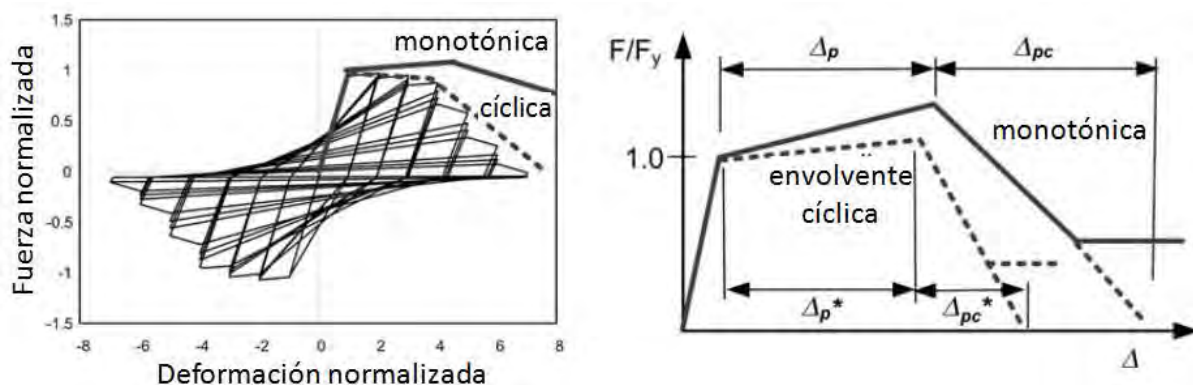


Figura 2.7 Modelo de curva cíclica idealizada. Adaptada de Deierlein *et al.* (2010)

- Las cargas se aplican en los nudos donde las fuerzas dinámicas de inercia se desarrollan, y se incrementan monótonicamente sin retorno de la carga, esto quiere decir, que Δ_p es constante hasta alcanzar el desplazamiento objetivo o los mecanismos de colapso de la estructura.
- Un punto de control se define para el desplazamiento objetivo, generalmente, en el último nivel de la estructura (azotea).
- El diagrama de la fuerza cortante basal, que resulta en función del desplazamiento del punto de control, es frecuentemente conocido como curva *pushover* de la estructura, el ejemplo de ésta se muestra en la Figura 2.8.

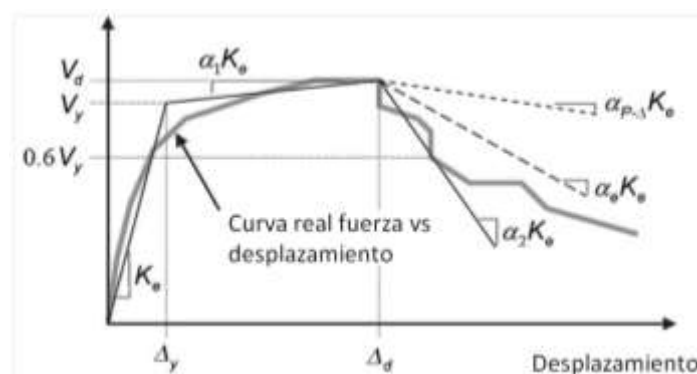


Figura 2.8 Curva de capacidad estática idealizada (*pushover*). Adaptada de Deierlein *et al.* (2010)

En este trabajo de investigación, se obtuvieron las curvas de capacidad o *pushover* para todos los casos de estudio y su idealización. En el siguiente capítulo se presenta el procedimiento de obtención de la curva de capacidad, la cual es importante para obtener algunos parámetros de diseño sísmico.

2.3 Estudios previos

En la actualidad hay una infinidad de publicaciones relacionadas con el diseño y reforzamiento de estructuras, considerando el control de la respuesta por medio de disipadores pasivos de energía, algunos de ellos consideran la contribución de rigidez de la estructura. En esta sección se reseñan, de manera breve, algunos trabajos referentes al procedimiento de diseño de estructuras con disipadores de energía y son predecesores a este trabajo de investigación.

Montiel y Ruiz (2006) estudiaron un algoritmo de diseño sísmico basado en factores de confianza y desempeño estructural para el refuerzo de un edificio con disipadores de energía, tal que los niveles de confianza de la estructura reforzada sean mayores o igual a los correspondientes para una estructura convencional diseñada con algún reglamento sísmico.

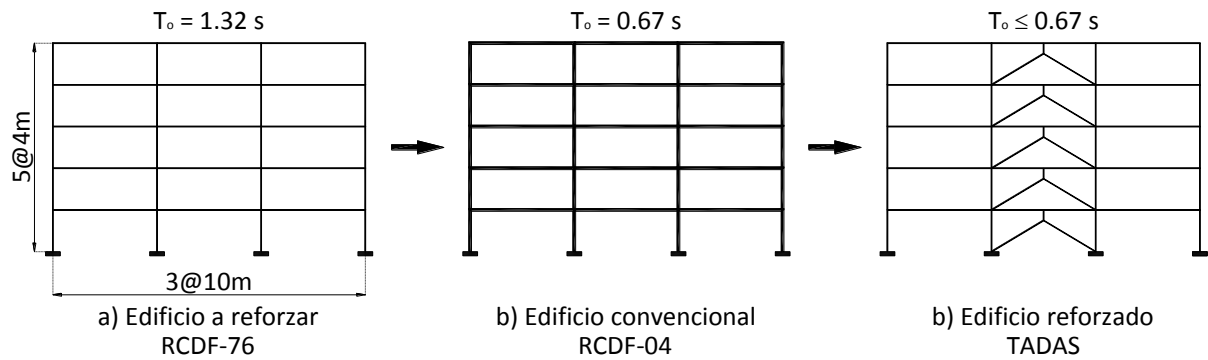


Figura 2.9 Marco de 5 niveles. Adaptado de Montiel y Ruiz (2006)

En la Figura 2.9 se observan los modelos estudiados por Montiel y Ruiz (2006) para un edificio de 5 niveles. El procedimiento general de diseño se describe a continuación: El número de disipadores necesarios por entrepiso (N_{DIS}^{final}) para satisfacer los estados límites de servicio y últimos de la estructura se representan en la ecuación 2.3.

$$N_{DIS}^{final} = N_{DIS}^{K,serv} + \Delta N_{DIS}^{R_u, \text{últ}} + \Delta N_{DIS}^{\mu_p, \text{últ}} \quad (2.3)$$

El primer término, N_{DIS}^{final} , representa la primera propuesta de los disipadores por entrepiso, en función de la rigidez de entrepiso (K), para que el edificio reforzado con disipadores tenga un periodo fundamental (T_o) igual al del edificio convencional, con esto se pretende lograr un comportamiento dinámico similar y la confiabilidad para el estado límite de servicio.

El segundo término $\Delta N_{DIS}^{R_u, \text{últ}}$, representa el incremento del número de disipadores por entrepiso, en función de la resistencia última (R_u), necesaria para lograr al menos la resistencia asociada al estado límite último de la estructura convencional, esto es que la resistencia de disipadores sea mayor o igual que la resistencia de la estructura sin dispositivos.

Y el tercero y último término $\Delta N_{DIS}^{\mu_p, \text{últ}}$, evalúa si se debe incrementar el número de disipadores en función de la ductilidad objetivo propuesta y la ductilidad de demanda en los disipadores para el estado último.

Cuando el número de disipadores calculados con $\Delta N_{DIS}^{R_u, ult}$, no sea suficiente para que la capacidad de ductilidad de los disipadores sea mayor que el nivel de ductilidad demandado por entrepiso en los disipadores, esto es que la ductilidad objetivo de los disipadores no deberá excederse, de lo contrario se incrementa el número de disipadores.

Fruto de su investigación, Montiel y Ruiz (2006) concluyen que los factores de capacidad y de demanda, asociados a los disipadores TADAS es $\gamma_{TADAS}=0.90$ y $\gamma_{TADAS}=1.16$, respectivamente, son distintos a los factores γ y γ , correspondientes a la estructuras convencionales ($\gamma_{conv}=0.982$ y $\gamma_{conv}=1.31$). También en su estudio determinaron que el nivel de confianza, correspondiente a la demanda de ductilidad de los disipadores de energía, para el estado último fue del 99%, el cual es suficientemente mayor que cualquier valor requerido (74%).

Vargas y Bruneau (2009) presentaron un procedimiento de diseño para edificios con fusibles estructurales metálicos, donde éstos son definidos como elementos con fluencias plásticas bien definidas, y usados para reducir deformaciones inelásticas existentes en las estructuras. Los fusibles son usados para mejorar la respuesta elástica del marco que desarrollaría de otra manera deformaciones inelásticas limitadas. Bajo esta idea, se presenta un procedimiento de diseño simplificado y sistemático para lograr la implantación de un fusible estructural que limite el daño a elementos estructurales desechables (disipadores pasivos de energía) para alguna estructura general (Vargas y Bruneau 2009).

La propuesta de procedimiento de diseño para sistemas de múltiples grados de libertad (SMGL), depende de los resultados de un estudio paramétrico, considerando el comportamiento no lineal de sistemas de un grado de libertad, sujetos a registros sintéticos de aceleraciones.

En la Figura 2.10 b se muestra la curva *pushover* y el modelo para un sistema de un grado de libertad (SUGL). Se observa que el marco y el fusible metálico están representados por un resorte elastoplástico actuando en paralelo. La curva total es trilineal con la pendiente inicial K_T , calculada por la suma de la rigidez del marco y el fusible metálico, K_m y K_f , respectivamente.

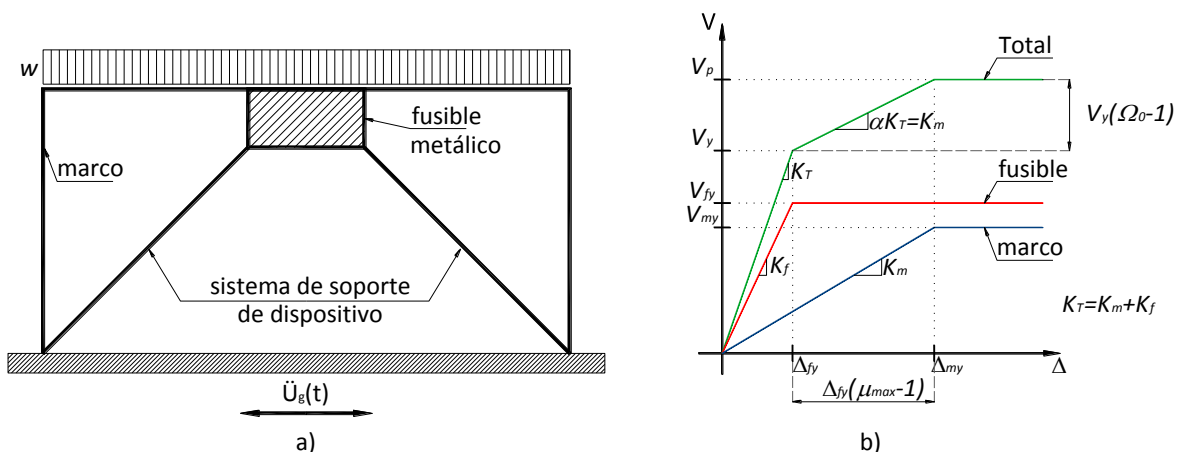


Figura 2.10 a) Modelo simple de un SUGL con fusible metálico; b) Curva *pushover* general. Adaptado de Vargas y Bruneau (2009)

Una vez que el fusible metálico alcanza su deformación de fluencia Δ_{fy} , el incremento de la fuerza lateral es resistida únicamente por el marco, siendo la segunda pendiente de la curva total igual a la rigidez del marco, K_m . Como resultado de este estudio se definieron dos parámetros, uno de ellos es la relación entre la rigidez marco y la rigidez inicial total (α), el cual $\alpha \leq 1$, y se calcula con la ecuación 2.4:

$$\alpha = \frac{1}{1 + (K_f/K_m)} \quad (2.4)$$

El segundo parámetro, es la ductilidad máxima del desplazamiento μ_{max} , la cual se define como la relación del desplazamiento de fluencia del marco Δ_{my} , con respecto al desplazamiento de fluencia del fusible metálico Δ_{fy} . En otras palabras, μ_{max} es la ductilidad máxima del desplazamiento que el fusible metálico experimenta antes que el marco sufra deformaciones inelásticas y sus valores siempre son $\mu_{max} > 1$. Se calcula como indica la ecuación 2.5.

$$\mu_{max} = \frac{\Delta_{my}}{\Delta_{fy}} \quad (2.5)$$

Del estudio paramétrico, se concluye que la contribución del marco con la capacidad total del cortante basal se incrementa con ambos α y μ_{max} , mientras que la contribución del fusible metálico decrece con el incremento de α y μ_{max} (Vargas y Bruneau 2009).

A continuación se presenta un resumen del trabajo de Tena y Nangullasmú, realizado en el 2013, titulado “Propuesta de diseño sísmico para marcos no dúctiles de concreto reforzado con disipadores hysteréticos”, cuyas elevaciones oscilan entre 5 y 25 niveles. El trabajo de investigación consistió en un estudio paramétrico dedicado a evaluar, mediante análisis estáticos no lineales ante carga monótona creciente, parámetros globales de diseño sísmico para el diseño de marcos de concreto reforzado con disipadores de energía por histéresis, montados en contravientos tipo chevrón.

Los parámetros considerados para el diseño de los marcos con disipadores fueron: el balance de rigidez entre sistema contraviento-dispositivo hysterético y el marco de concreto (α); balance de rigidez elástica entre el disipador hysterético y los contravientos de soporte (β) y pendientes posteriores a la fluencia (K_2) para los disipadores y el ángulo de inclinación de los contravientos con respecto al eje horizontal.

Se definieron los balances óptimos de rigidez α y β , con los que se consiguen mecanismos últimos satisfactorios para que los disipadores de energía fluyan primero, y desarrollen su máxima ductilidad por desplazamiento μ , mientras que el marco de concreto reforzado desarrolla solamente fluencias incipientes en los extremos de las vigas.

Como resultado del estudio paramétrico, se obtuvieron valores para la capacidad de ductilidad global (Q), factores de sobrerresistencia (R) del sistema, distorsiones de entrepiso para los balances óptimos de los parámetros α y β , y para sus respectivas combinaciones de K_2 y θ .

Como comentan Tena y Nangullasmú (2013), algunos estudios han contribuido sustancialmente en los procedimientos de diseño sísmico, como es el caso de Vargas y Bruneau (2009), donde su trabajo permite definir parámetros globales para la reducción de los espectros de diseño.

Sin embargo, con ese estudio paramétrico en sistemas idealizados de un grado de libertad, donde esencialmente se concentran y promedian las respuestas inelásticas, se tienen aún incertidumbres de qué tan aplicables son los valores recomendados de los parámetros evaluados para extrapolarlos a estructuras de varios grados de libertad más complejas a las estudiadas por ellos. Este sería el caso, por ejemplo, cuando se dispongan de marcos con varias crujías y varias de ellas no dispongan de dispositivos disipadores de energía y además se disponga de un mayor número de niveles (Tena y Nangullasmú 2013). Por esta razón se desarrolló un procedimiento más generalizado para cubrir algunas incertidumbres de las idealizaciones hechas.

La razón principal considerada por Tena y Nangullasmú (2013), para evaluar inicialmente marcos no dúctiles de concreto reforzado es la siguiente: en la práctica mexicana se sigue prefiriendo diseñar y construir marcos no dúctiles de concreto reforzado, antes que marcos propiamente dúctiles, lo que ciertamente constituye un riesgo importante en zonas de alta sismicidad. También consideraron que el inventario de estructuras existentes en México y en el mundo en zonas sísmicas con base en marcos de concreto reforzados no dúctiles es muy grande.

Los modelos variaron altura desde 5 hasta 25 niveles, en intervalos de cinco niveles para cada marco estudiado. Además, se propuso que los cambios de sección en vigas y columnas no coincidieran, en la medida de lo posible y práctico, con los cambios del sistema de contraventeo y disipadores, intentando de esta manera simple no favorecer la formación de pisos débiles, debido a los contrastes de rigideces y de resistencias, como se ilustra en la Figura 2.11.

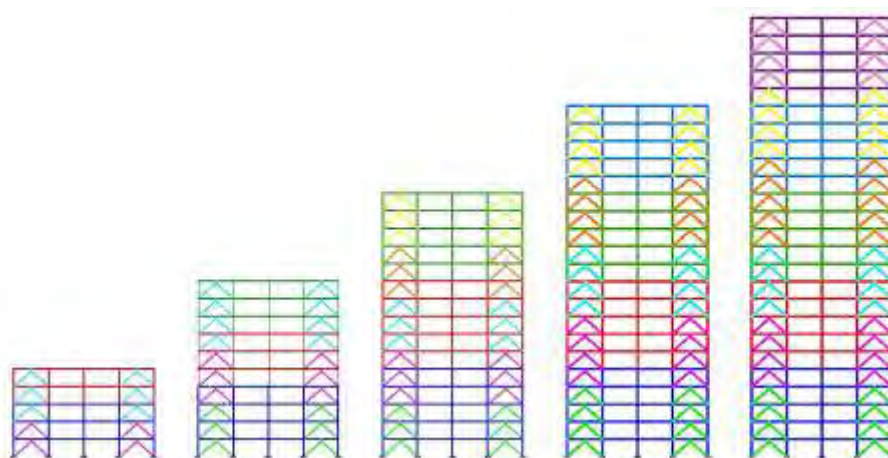


Figura 2.11 Marcos de concreto reforzado con disipadores histeréticos desde 5 niveles hasta 25 niveles (Tena y Nangullasmú 2013)

Se estudiaron parámetros estructurales con la finalidad de definir valores óptimos, que permitan que el marco no dúctil de concreto reforzado permanezca elástico y el disipador de energía concentre la mayor cantidad de deformación inelástica.

De la propuesta de diseño presentada por Tena y Nangullasmú (2013) se concluyó lo siguiente: La pendiente posterior a la fluencia de los disipadores (K_2) tiene un impacto importante en el comportamiento de los sistemas en estudio: a medida que K_2 aumenta, la ductilidad desarrollada por el disipador también tiende a aumentar. Evaluando el balance de rigidez elástico entre el disipador histerético y el contraviento, se observa que conforme el balance β disminuye, es decir, que el disipador es más flexible que el contraviento, y por ello es el fusible del sistema, la ductilidad desarrollada por los

disipadores de energía tiende a aumentar, pero también puede llevar a que los elementos del marco de concreto reforzado (trabes y columnas) trabajen inelásticamente. El factor de comportamiento sísmico Q tiende a disminuir conforme el número de niveles o la relación de esbeltez H/L de la estructura aumenta. En general, el factor de reducción por sobrerresistencia (R) tiende a aumentar a medida que α aumenta (mayor participación del marco) puesto que, en el proceso de diseño, los disipadores se diseñaron justos y es en los marcos donde se tuvieron reservas de resistencia para garantizar que el mecanismo fuera del tipo columna fuerte-contraviento, menos fuerte -viga débil – disipador más débil (Tena y Nangullasmú 2013).

2.4 Reglamentos de diseño sísmico vigentes

La filosofía general de diseño del RCDF, que se especifica para estructuras convencionales en el Apéndice A de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo (NTCS-04 2004), se puede adecuar para el diseño de la rehabilitación de estructuras con disipadores de energía considerando, lo siguiente (Ruiz 2003):

1. Especificar los niveles de peligro sísmico de interés, para un periodo de retorno de 10 y 125 años.
2. Para cada nivel de peligro sísmico, se asocia un nivel de desempeño estructural deseable, dependiendo del nivel de seguridad requerido para el tipo de estructura (Grupo A ó B).
3. Especificar los estados límite de interés, se definen dos estados, uno de servicio y otro de falla o colapso.

En el Apéndice A de las NTCS-2004, se proporcionan expresiones para calcular espectros de pseudo-aceleración, asociados con el estado límite de falla o colapso de las estructuras para un periodo de retorno de 125 años. También proporciona expresiones para calcular el espectro de desplazamientos, asociado a un sismo con periodo de retorno de aproximadamente 10 años para revisar el estado límite de servicio (Ruiz 2003).

Para el diseño de estructuras con disipadores de energía se debe tomar en cuenta el comportamiento no lineal de los disipadores en los espectros de diseño. Dicha influencia se puede considerar de distintas maneras (Ruiz 2003):

- a) Representar explícitamente el comportamiento de los disipadores mediante curvas histeréticas.
- b) Representar el comportamiento no lineal de los disipadores mediante un amortiguamiento efectivo.
- c) Obtener los movimientos de diseño con el enfoque mencionado en el inciso “a”, se puede añadir al sistema equivalente de un grado de libertad un elemento estructural en paralelo que represente al sistema disipador de energía.

Los espectros de diseño, basados en el amortiguamiento efectivo que introducen los disipadores, se utilizan cuando se analiza la estructura con el método estático, ya sea que el comportamiento de los disipadores se represente mediante curvas histeréticas, o bien, mediante un amortiguamiento efectivo (Ruiz 2003).

Las demandas de resistencia y deformación para los estados límite, se relacionan generalmente con las respuestas de la estructura con comportamiento estructural lineal elástico. Los daños pueden asociarse con la distorsión demandada en el entrepiso. Esto implica limitar la distorsión máxima de entrepiso a un cierto valor (Ruiz 2003).

El desplazamiento de fluencia de los disipadores (Δ_{yd}) se divide entre las alturas típicas de entrepiso ($H=3.5\text{m}$ aproximadamente.), se obtiene la distorsión lateral de entrepiso, la cual se aproxima a las distorsiones que inician el daño en muros estructurales y no estructurales de mampostería (Ruiz 2003).

En la actualidad las Normas Técnicas Complementarias para Diseño por Sismo (NTCS-04 2004) no cuentan con un capítulo específico para el diseño de estructuras nuevas con dispositivos disipadores de energía. Sin embargo, no limitan su uso, siempre y cuando se demuestre la eficiencia de estos dispositivos en la respuesta estructural, así como el uso de valores mayores del amortiguamiento (ζ) y el factor de comportamiento sísmico (Q), permitidos por la norma vigente. Por otra parte, el Manual de Obras Civiles (MOC-2008 2009) de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) se ha actualizado y considera el diseño de estructuras con dispositivos disipadores de energía. Pero la desventaja que tiene es el uso de expresiones que no son fáciles de comprender para la mayoría de los ingenieros, por lo que terminan rechazando el uso de estas nuevas tecnologías.

Por estas razones, en México hay varios investigadores que han hecho grandes esfuerzos para incorporar expresiones que modifiquen el espectro de diseño de forma clara y con conceptos simples.

Uno de estos trabajos de investigación es el presentado por Ruiz (2011), que propone expresiones a partir de diversos estudios para estructuras con disipadores de energía, e incorpora al Apéndice A de las NTCS-04, las expresiones que definen el cálculo de los factores de reducción (β , Q y R), de los espectros de diseño en función del amortiguamiento efectivo (ζ_e), periodo del suelo (T_s), periodo del sistema con disipadores (T_{ed}) y el comportamiento elástico o inelástico del sistema básico (SB). El periodo T_{ed} corresponde a la configuración completa ED de la Figura 2.12.

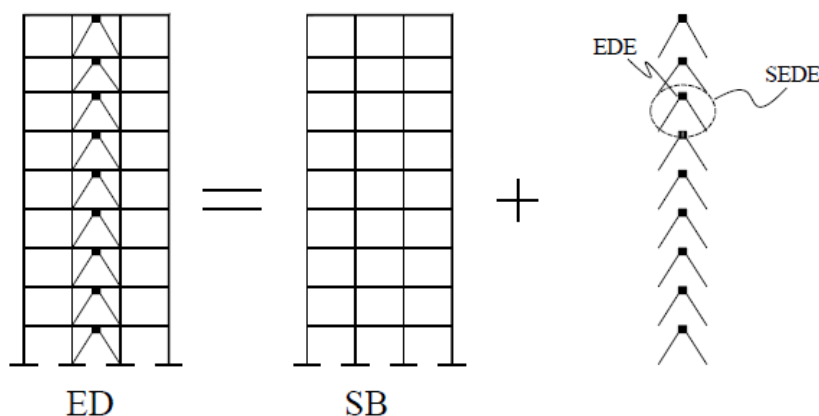


Figura 2.12 Ejemplo de las partes que constituyen el sistema estructura-disipador (Ruiz 2011)

Por otra parte, Tena y Nangulasmú (2013) han obtenido valores para los factores de comportamiento y sobrerresistencia Q , R ; y distorsiones de entrepiso Δ_y y Δ_u para marcos de concreto reforzados con disipadores de energía tipo histerético, los cuales dependen de las relaciones de rigidez entre el marco y el sistema contraviento-disipador (α); rigidez entre contraviento y disipador (β) y las características mecánicas de los disipadores de energía (K_{EDD} y K_2). Sin embargo, estas propuestas todavía requieren de

más estudios para estar disponibles en las normas técnicas de RCDF y el Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

De igual forma, en este trabajo de investigación se obtienen los mismos parámetros de diseño anteriormente descritos, pero para el caso de marcos de acero con disipadores de energía histeréticos. Todos estos parámetros son esenciales para garantizar el correcto desempeño de las estructuras con disipadores de energía, y no definir únicamente las distorsiones de entrepiso para los estados límite (servicio y colapso), que contemplan los actuales reglamentos de construcción de México.

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA GENERAL DE DISEÑO SÍSMICO PARA ESTRUCTURAS CON DISIPADORES HISTERÉTICOS, CRITERIOS DE DISEÑO POR CAPACIDAD

3.1 Adaptación a los reglamentos nacionales

En este capítulo se describe la propuesta de la metodología de diseño sísmico para marcos de acero con disipadores de energía histeréticos, considerando la filosofía de diseño por capacidad y la metodología de prediseño por rigideces, propuesta por Tena y Nangulasmú (2013); pero con las adecuaciones para los marcos de acero con disipadores. Para que este tipo de estructuras cumplan con los objetivos de desempeño, descritos en el Capítulo 2; se utilizaron los criterios de diseño para estructuras dúctiles de las NTCM-2004 (2004).

Con el objetivo de desarrollar un procedimiento de diseño para el caso de marcos dúctiles de acero con disipadores de energía histeréticos y sus respectivas adecuaciones para su implantación a los reglamentos vigentes de diseño en México, a continuación se enuncian las siguientes hipótesis de análisis y diseño para los marcos de acero con disipadores de energía:

1. Los marcos de acero son competentes para resistir todas las combinaciones, por cargas verticales y la proporción de la carga lateral (sismo o viento) que les corresponde, además deben responder en el intervalo de comportamiento elástico.
2. El sistema de contravientos, que sirve de soporte a los disipadores de energía, se comporta elásticamente.
3. Los disipadores histeréticos son los únicos que deberán trabajar inelásticamente ante la acción de un sismo intenso.
4. El acero estructural utilizado en los elementos estructurales del marco (vigas y columnas) y contravientos, tiene comportamiento elastoplástico perfecto, y para los disipadores se comportan bilinealmente, como se muestra en la Figura 3.1.

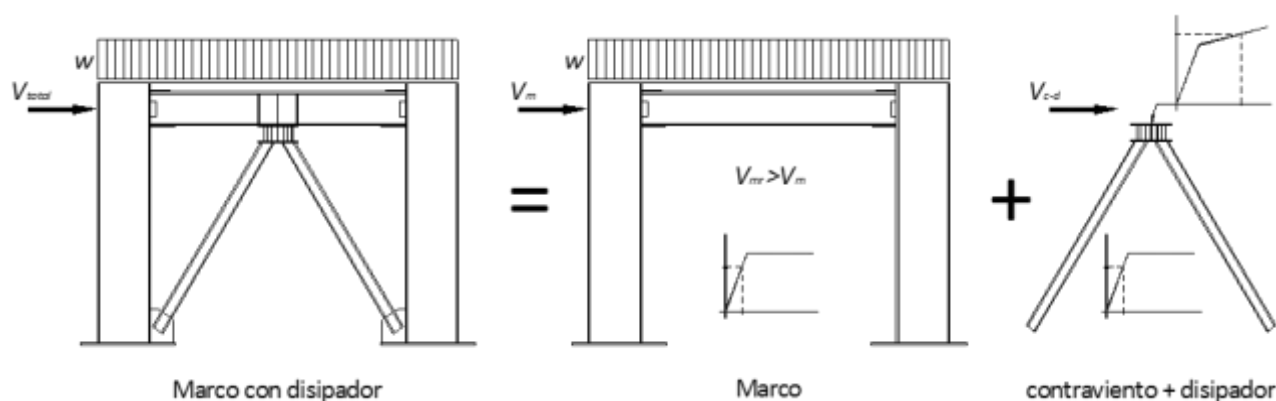


Figura 3.1 Sistema de marcos de acero con contraviento y disipador de energía. Adaptado de Tena y Nangulasmú (2013)

Para la primera etapa de la propuesta se realiza el predimensionamiento de los elementos estructurales que conforman el marco de acero, únicamente (vigas y columnas). A continuación se enuncian los puntos generales de la propuesta de diseño para los marcos de acero con disipadores:

- Selección de la configuración estructural y número de niveles para los marcos de estudio.
- Selección de los parámetros α y β en función de los balances de rigidez propuestos.
- Planteamiento de la metodología de prediseño por rigideces de los marcos con disipadores.
- Diseño de cada uno de los elementos estructurales (columnas, vigas, contravientos y disipadores). A partir del diseño de los elementos estructurales se obtienen los modelos matemáticos, que describen el comportamiento no lineal de cada uno de ellos.

3.1.1 Configuración estructural

En esta sección se define la configuración estructural de los modelos utilizados para describir la metodología de diseño de los marcos de acero con disipadores de energía. Para esto, se considera un edificio destinado a oficinas, debido al número de personas que puede estar dentro de éste durante un evento sísmico en la Ciudad de México.

El edificio tiene una planta rectangular de 24 m de ancho por 32 m de largo, en todos los niveles, la separación entre columnas es cada 8 m para ambas direcciones. El sistema de piso está conformado por losacero, más un firme de 5 cm de espesor, de concreto con $f'_c = 200 \text{ kg/cm}^2$ y reforzado con malla electrosoldada. La losacero se apoya en vigas secundarias tipo IR, separadas cada 2 m y con una distribución tipo tablero de ajedrez, como se muestra la Figura 3.2. Esta configuración estructural descrita anteriormente se utiliza para el análisis y diseño de todos los modelos considerados en este trabajo de investigación.

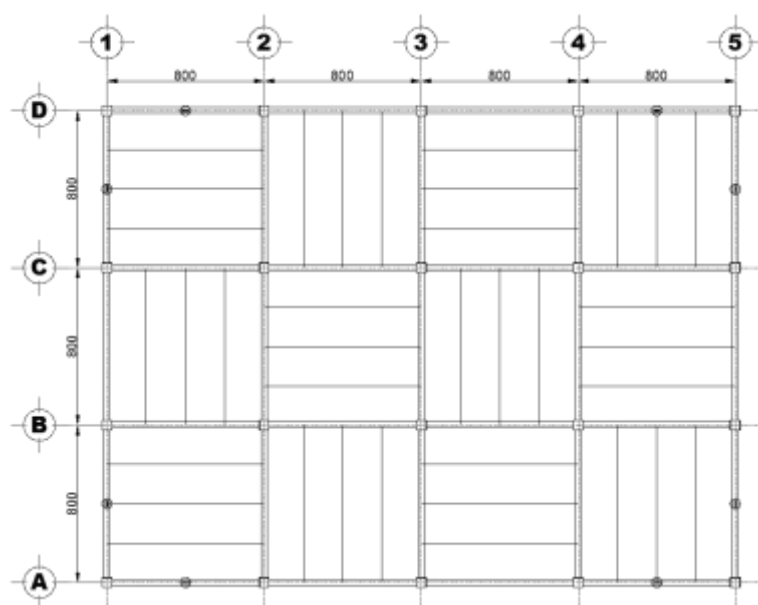


Figura 3.2 Planta estructural tipo de edificio de oficinas (dimensiones en centímetros)

La estructuración de los modelos del edificio es con marcos planos de acero ASTM A572-G50 en columnas y vigas, y ASTM A36 en contravientos y disipadores. Para el análisis de los modelos se definen dos ángulos de inclinación en los contravientos $\theta = 40^\circ$ y 45° , los cuales tienen altura de entrepiso de 3.36 y 4 m respectivamente, como se ilustra en las elevaciones de la Figura 3.3. La razón de usar ángulos distintos en el estudio se debe a que existe una diferencia en la eficiencia de los disipadores de energía montados en contravientos tipo chevrón (Tena 2000).

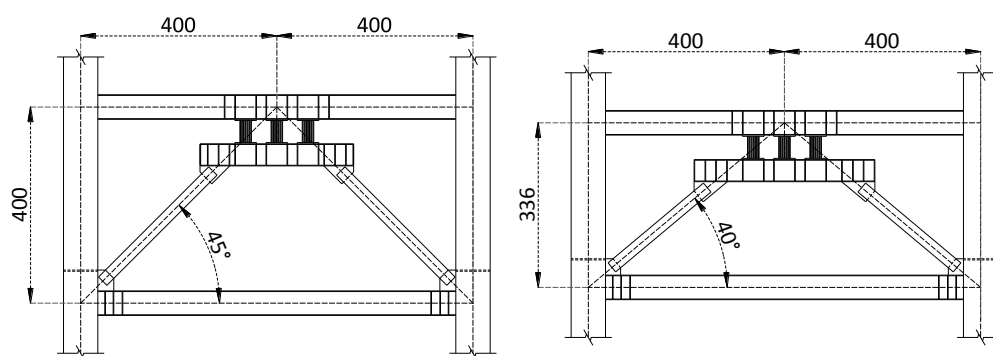


Figura 3.3 Configuración de elevación de marcos analizados (dimensiones en centímetros)

La sección transversal de las columnas de los marcos es tipo cajón, por tener la misma capacidad a flexión y cortante en ambas direcciones, en comparación con las secciones tipo I y H. Además, estas secciones en general son tipo 1, de acuerdo con las NTCM-2004.

Las vigas principales son sección tipo I, por tener una buena capacidad a flexión y cortante, además de ser ligeras. En los casos donde los perfiles comerciales de las vigas no tuvieron la capacidad suficiente se usaron, en su lugar, trabes armadas para cumplir con las solicitaciones de diseño, al igual que las columnas también deben ser tipo 1.

En la Tabla 3.1 se relacionan el número de niveles, ángulo de inclinación de contraviento θ , altura total (H) y la relación de esbeltez (H/L). La longitud del marco (L) es de 32 m para todos los modelos estudiados.

Tabla 3.1 Relaciones de esbeltez de los modelos estudiados

Niveles	θ	H (m)	H/L
5	40°	16.8	0.524
10		33.6	1.049
15		50.3	1.573
20		67.1	2.098
25		83.9	2.622
5	45°	20	0.625
10		40	1.250
15		60	1.875
20		80	2.500
25		100	3.125

Se propuso que los cambios en las secciones de los elementos del marco no coincidieran con los del sistema de contraviento-disipadores intentando, de esta manera simple, no favorecer la formación de pisos débiles, debido a los contrastes de rigideces y resistencias (Tena y Nangullasmú 2013). En la Tabla 3.2 se resumen los intervalos de niveles donde se realiza el cambio de sección para los modelos estudiados; en la Figura 3.4 se representan gráficamente la distribución de los cambios de sección transversal en los marcos para 5 y hasta 25 niveles.

Tabla 3.2 Intervalo de niveles para cambio de secciones de los modelos estudiados

<i>Niveles</i>	<i>Col-Vig</i>	<i>Cv-Disip</i>
5	1 - 3	1 - 2
	4 - 5	3 - 5
10	1 - 4	1 - 3
	5 - 7	4 - 6
	8 - 10	7 - 10
15	1 - 4	1 - 3
	5 - 8	4 - 7
	9 - 12	8 - 11
	13 - 15	12 - 15
20	1 - 5	1 - 4
	6 - 9	5 - 8
	10 - 13	9 - 12
	14 - 17	13 - 16
	18 - 20	17 - 20
25	1 - 6	1 - 5
	7 - 11	6 - 10
	12 - 16	11 - 15
	17 - 21	16 - 20
	22 - 25	20 - 25

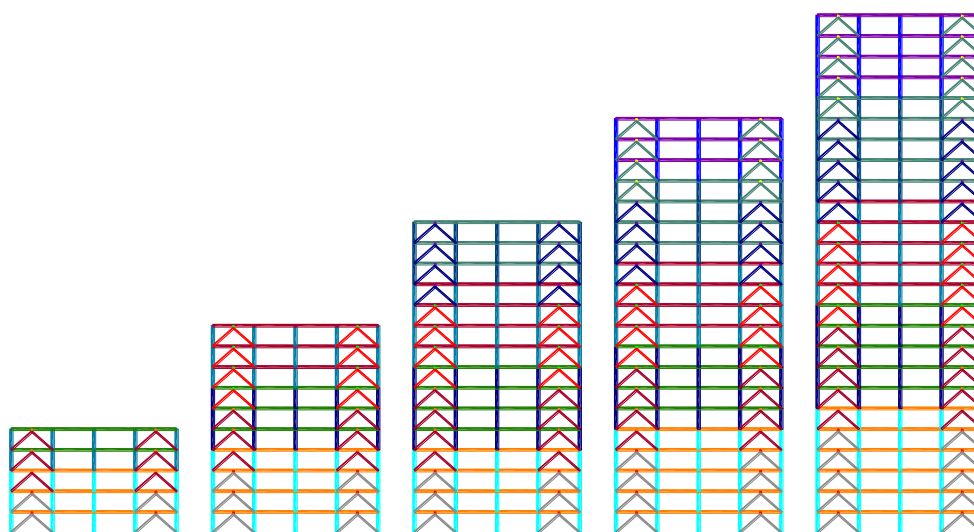


Figura 3.4 Distribución de los cambios de secciones en marcos de acero analizados

3.1.2 Parámetros de estudio

Los parámetros que se definen en esta sección son importantes para el prediseño de los elementos estructurales que forman parte del marco y las dimensiones de los contravientos, así como el diseño de los disipadores de energía.

La primera variable es el balance de la rigidez lateral de los marcos (K_{marco}), con respecto a la rigidez lateral total del marco, más el sistema contraviento-disipador (K_{total}). Con esta variable se define la contribución del marco en rigidez lateral global del sistema estructural.

Para este parámetro se definen los siguientes casos de estudio:

- I. Cuando los marcos de acero estructural son lateralmente menos rígidos que el sistema contraviento-disipador ($\alpha = 25\%$). Para esta relación el sistema contraviento-disipador de energía debe ser capaz de resistir la mayor parte de la demanda sísmica.
- II. Cuando los marcos de acero estructural tienen la misma rigidez que el sistema contraviento-disipador ($\alpha = 50\%$).
- III. Cuando los marcos de acero estructural son lateralmente más rígidos que el sistema contraviento-disipador ($\alpha = 75\%$). Para esta relación los marcos deben ser capaces de resistir la mayor parte de la demanda sísmica y permanecer en el intervalo de comportamiento elástico.

Otra variable en estudio es la relación entre la rigidez lateral elástica del disipador de energía (K_{DDE}) y la rigidez lateral de los contravientos de soporte (K_{cont}). Se consideraron los siguientes balances: $\beta = 0.25$, $\beta = 0.50$ y $\beta = 0.75$. Cuando $\beta < 1$, el disipador es más flexible que los contravientos y el caso contrario es $\beta > 1$, lo cual en teoría es lo más indicado (Tena y Nangullasmú 2013).

Por último, se consideró la variación en la pendiente posterior a la fluencia (K_2) que desarrollan los disipadores de energía histeréticos, normalizada con respecto a la pendiente elástica inicial. Es común que en muchos trabajos de investigación y en la práctica de diseño se idealice el comportamiento de los disipadores histeréticos como elastoplásticos perfectos ($K_2 = 0$). Sin embargo, el estudio evalúa un comportamiento con pendiente posterior a la fluencia por parte de los disipadores de energía, por lo cual se utilizaron los siguientes valores: $K_2 = 0$, $K_2 = 0.03K_{DDE}$ y $K_2 = 0.05K_{DDE}$, (Tena y Nangullasmú 2013). En la Figura 3.5 se muestran las combinaciones de parámetros usadas en este trabajo de investigación.

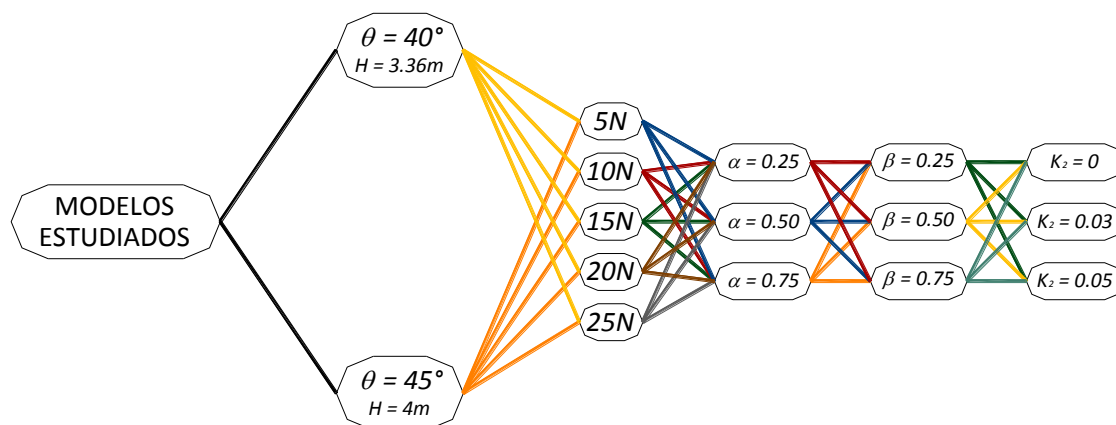


Figura 3.5 Esquema de combinaciones paramétricas estudiadas en los modelos

Para este estudio paramétrico se realizaron 270 modelos para distintas combinaciones de las variables en estudio, previamente descritas. La razón de tener un extenso número de modelos se debe principalmente, a la influencia que los parámetros puedan tener en el comportamiento de la estructura, esto permitirá tener un mejor entendimiento para definir los criterios de diseño en los futuros trabajos de este tipo de estructuras.

3.1.3 Adaptaciones a la reglamentación nacional

Con la intención de tener una guía de diseño que cumpla con las normas vigentes, en esta sección se define la metodología de diseño y sus correspondientes adaptaciones, para que en un futuro puedan incorporarse a los códigos nacionales de diseño sísmico.

Las etapas para el análisis y diseño de los marcos se realizan de acuerdo con el procedimiento de prediseño por rigideces para marcos con disipadores, propuesto por Tena y Nangullasmú (2013), pero haciendo las debidas adecuaciones para marcos dúctiles de acero que se describen a continuación:

1. Selección del espectro de diseño de acuerdo con el lugar donde se desplanta la estructura. Como hasta el momento no hay valores para los factores de reducción del espectro elástico (Q' y R), se considera que la ordenada del espectro de diseño es igual a 0.1, que establece un cortante basal de diseño razonable para estructuras dúctiles en zonas de alta sismicidad de México.

Por lo tanto, para este trabajo de investigación se da por entendido que la aceleración es la de diseño y cumple con todas las especificaciones que, en el futuro, pudieran hacerse para las estructuras con disipadores de energía.

2. El cortante basal de diseño se calcula con la ecuación 3.1, que multiplica la ordenada del espectro de diseño por el peso total de la estructura (W_{total}).

$$V_{total} = \frac{C}{Q'R} W_{total} \quad (3.1)$$

El peso total de la estructura está compuesto por el peso de los elementos estructurales (columnas, vigas, losas, etcétera); más la carga muerta y la carga viva accidental ($W_{total}=W_{pp}+W_{cm}+W_{acc}$). Todo conforme al reglamento de construcción vigente. Para obtener el peso aproximado de los elementos estructurales se hace un predimensionamiento previo.

3. Selección del parámetro α , el cual involucra la relación entre la rigidez lateral del marco y la rigidez lateral total del entrepiso. Con esta variable se define que porcentaje de la rigidez lateral será tomada por el marco, únicamente como se expresa en la ecuación 3.2.

$$\alpha = \frac{K_{marco}}{K_{total}} \quad (3.2)$$

4. Cálculo de la fuerza cortante para los marcos sin el sistema contraviento-disipador, el cortante basal calculado permitirá que el marco se comporte de manera elástica.

$$V_{marco} = \alpha V_{total} \quad (3.3)$$

5. Distribución del cortante basal de los marcos (V_{marco}) por entrepiso, el cual se hizo de acuerdo con el método estático de las NCTS-2004 (2004), siendo la distribución de tipo triangular invertida y usando únicamente la proporción de la fuerza lateral del marco.

$$F_i = V_{marco} \frac{\Sigma W_i}{\Sigma W_i h_i} \quad (3.4)$$

La ecuación 3.4 es válida cuando el periodo de la estructura (T_e) es menor que T_b del espectro de diseño, por lo tanto, la distribución de fuerzas corresponde al primer modo de vibrar de la estructura. Para el caso en que T_e sea mayor que T_b se usan las siguientes ecuaciones (3.5 a 3.8) para calcular las fuerzas sísmicas por entrepisos. En este caso se toma en cuenta el impacto de modos superiores en la respuesta, en vez de la variación lineal de la aceleración con la altura como lo hace la ecuación 3.4; se establece una variación cuadrática que conduce a que cada una de las fuerzas laterales F_i se calculen como sigue.

$$F_i = W_i(k_1 h_i + k_2 h_i^2) a' \quad (3.5)$$

$$k_1 = q[1 - 0.5r(1 - q)] \frac{\Sigma W_i}{\Sigma W_i h_i} \quad (3.6)$$

$$k_2 = 0.75r(1 - q) \frac{\Sigma W_i}{\Sigma W_i h_i^2} \quad (3.7)$$

$$q = \left(\frac{T_b}{T_e}\right)^r \quad (3.8)$$

Donde r es el exponente que define la caída de la rama descendente del espectro (Tabla 3.1 del cuerpo principal de las NTCs-2004).

6. Análisis estructural de marcos de acero es importante para obtener el prediseño de los elementos principales de la estructura, en este paso se consideran las cargas verticales (peso propio, cargas muerta y accidental) más las cargas laterales. Se analizan todas las combinaciones de cargas, las cuales se multiplican por sus respectivos factores de carga, además las vigas principales deben cumplir con los estados límite de servicio. En la Figura 3.6 se muestra la distribución de cargas verticales y laterales sobre los marcos.

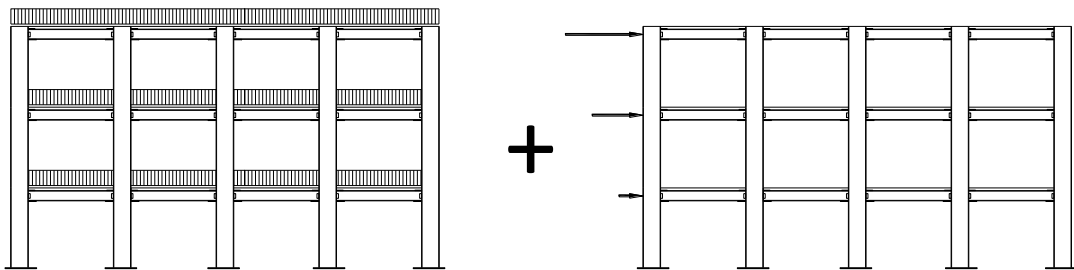


Figura 3.6 Cargas verticales más laterales en marcos de acero

7. Diseño de los elementos principales del marco de acero. En este punto se toma la filosofía del diseño por capacidad para obtener la secuencia de falla descrita en la sección 2.1., el diseño de estos elementos será como lo indica el Capítulo 6 referente al diseño de “marcos dúctiles” de las NTCM-2004.

En el diseño de todos los elementos estructurales se usaron secciones compactas, para evitar deformaciones inelásticas indeseables, tales que puedan originar fallas prematuras como pandeo local en placas de secciones transversales, inestabilidad en elementos (pandeo lateral de vigas, pandeo en columnas y contravientos) y falla por cortante en conexiones.

- a) Para el diseño de las vigas se usan las secciones 3.3.2.1 inciso a, 3.3.4, 6.1.2.1, 6.1.2.2 y 6.2.1.1 de las NTCM-2004. El momento plástico de la viga se calcula con la ecuación 3.9, siempre y cuando cumpla con todas las restricciones indicadas en dichas secciones de las normas. En la Figura 3.7 se muestra el esquema de cálculo de la fuerza cortante en la zona de articulación plástica.

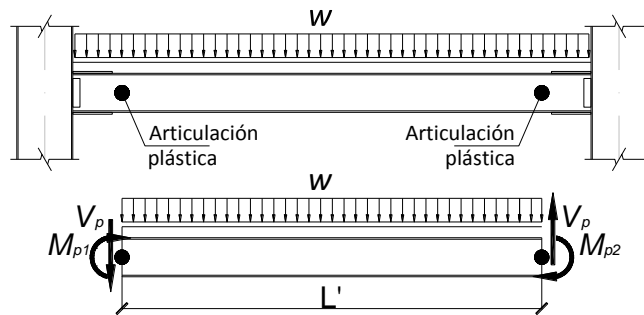


Figura 3.7 Fuerza cortante de diseño en viga

$$M_{pi} = R_y Z_v F_y \quad (3.9)$$

$$V_u = \frac{M_{p1} + M_{p2}}{L'} + \frac{w_u L'}{2} \quad (3.10)$$

Donde Z_v es el modulo plástico de la viga, F_y es el esfuerzo de fluencia del acero y R_y es el factor que representa el probable esfuerzo de fluencia del material, $R_y > 1$, para el acero A572 grado 50 ($f_y = 3515 \text{ kg/cm}^2$) el valor de R_y es 1.1, para el diseño en este trabajo de investigación se considera $R_y = 1$.

La fuerza cortante de diseño se obtendrá del equilibrio del miembro entre las secciones en que se forman las articulaciones plásticas (NTCM-2004), donde $V_u < V_R$, esta condición se debe cumplir para garantizar que la falla por cortante no suceda antes de que la sección de la viga alcance su capacidad máxima a flexión.

- b) El diseño de las columnas debe satisfacer la filosofía columna fuerte-viga débil. Para garantizar esta condición, se deben cumplir las disposiciones marcadas en los incisos 6.1.3.1, 6.1.3.2 y 6.2.1.2 de las NTCM-2004 y las referentes al diseño de miembros flexocomprimidos.

$$\frac{P_u}{R_c} + \frac{M_{uox}^*}{M_{rx}} + \frac{M_{uoy}^*}{M_{ry}} < 0.85 \quad (3.11)$$

Para el diseño de las columnas se sugiere usar 0.85, con la finalidad de reducir el número de iteraciones cuando no se cumpla el diseño definitivo de la zona de panel del punto 17e. Así mismo, se intenta prevenir que las articulaciones plásticas no se desarrollen en las columnas de los pisos intermedios.

- c) El diseño de las conexiones tiene como propósito verificar que la zona del panel de la conexión viga-columna no esté sometida a elevadas concentraciones de esfuerzo que pudieran ocasionar deformaciones excesivas. Para ello, es necesario cumplir con las disposiciones del inciso 3.7.7 y 5.8.10 de las NTCM-2004.

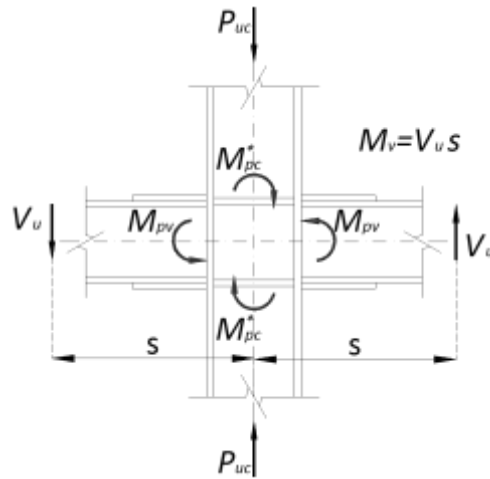


Figura 3.8 Suma de momentos en la zona de panel. Adaptado de AISC 358-10 (2014)

$$\sum M_{pv}^* = \sum (1.1R_y M_{pv} + M_v) \quad (3.12)$$

$$\sum M_{pc}^* = \sum Z_c \left(F_{yc} - \frac{P_{uc}}{A_c} \right) \quad (3.13)$$

$$\frac{\sum M_{pc}^*}{\sum M_{pv}^*} \geq 1.2 \quad (3.14)$$

Donde $\sum M_{pv}^*$ es la sumatoria de momentos de las vigas que llegan al nudo de las columnas, $\sum M_{pc}^*$ es la sumatoria de momentos en las columnas. El planteamiento vigente de las NTCM-2004 es poco conservador para estructuras que se diseñan para ser dúctiles, ya que permiten que la suma de momentos plásticos de las vigas sea igual a la suma de los momentos plásticos de las columnas. Esto podría favorecer el desarrollo de mecanismos de colapso diferentes al supuesto desde la etapa de diseño. Por lo que se propone un valor mayor a 1.2 (Tapia y Tena 2013).

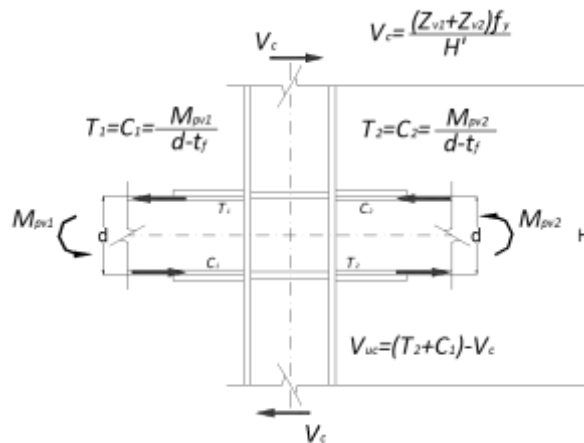


Figura 3.9 Fuerza cortante en la zona de panel. Adaptado de AISC 358-10 (2014)

La fuerza cortante que actúa en la zona del panel se calcula como se indica en la ecuación 3.15, la cual se obtiene del diagrama de cuerpo libre de la Figura 3.9.

$$V_{uc} = \frac{M_{pv1} + M_{pv2}}{d - t_f} - V_c \quad (3.15)$$

8. Cálculo de la rigidez lateral del marco. Una vez definidas las secciones de las columnas y vigas de los marcos de acero, se procede a calcular la rigidez lateral del marco de forma aproximada, con las fórmulas de Wilbur (Bazán y Meli 2000), la cual considera la flexibilidad de las vigas.

$$K_{marco}^1 = \frac{48E}{H_1 \left(\frac{4H_1}{\sum K_{c1}} + \frac{H_1 + H_2}{\sum K_{v1} + \frac{\sum K_{c1}}{12}} \right)} \quad (3.16a)$$

$$K_{marco}^2 = \frac{48E}{H_2 \left(\frac{4H_2}{\sum K_{c2}} + \frac{H_1 + H_2}{\sum K_{v1} + \frac{\sum K_{c1}}{12}} + \frac{H_2 + H_3}{\sum K_{v2}} \right)} \quad (3.16b)$$

$$K_{marco}^n = \frac{48E}{H_n \left(\frac{4H_n}{\sum K_{cn}} + \frac{H_{n-1} + H_n}{\sum K_{vn-1}} + \frac{H_n + H_{n+1}}{\sum K_{vn}} \right)} \quad (3.16c)$$

$$K_{marco}^{azt} = \frac{48E}{H_{azt} \left(\frac{4H_{azt}}{\sum K_{cazt}} + \frac{H_{n-1} + H_{azt}}{\sum K_{vn-1}} + \frac{H_{azt}}{\sum K_{vazt}} \right)} \quad (3.16d)$$

Donde E es el módulo de elasticidad del acero estructural usado en los elementos del marco, H_n es la altura del entrepiso n -ésimo, H_{n-1} es la altura del entrepiso $n-1$ -ésimo (abajo del nivel n -ésimo), H_{n+1} es la altura del entrepiso $n+1$ -ésimo (arriba del nivel n -ésimo), K_{vn} es rigidez de las vigas del nivel sobre el entrepiso n -ésimo, K_{cn} es rigidez de las columnas del entrepiso n -ésimo y K_{marco}^n es la rigidez del entrepiso en cuestión.

Las ecuaciones 3.16a y 3.16b corresponden a la rigidez del primero y segundo nivel respectivamente para la condición de empotramiento; para los pisos intermedios se usa la ecuación 3.16c y para el último nivel de la estructura la ecuación 3.16d.

9. Cálculo de la rigidez lateral equivalente del sistema contraviento-disipador (K_{eq}). Para determinar la rigidez equivalente y el prediseño de los elementos (contraviento y disipador) que lo conforman se utiliza la ecuación 3.17.

$$K_{total} = K_{marco} + K_{eq} \quad (3.17)$$

$$K_{eq} = (1 - \alpha)K_{total} = \frac{(1 - \alpha)K_{marco}}{\alpha} \quad (3.18)$$

Donde K_{total} es la rigidez lateral total del entrepiso, K_{marco} es la rigidez lateral de los marcos, K_{eq} es la rigidez equivalente del sistema contraviento-disipador.

10. Definición de los parámetros de diseño de los disipadores de energía. En este punto las variables de diseño de los disipadores de energía se definen. Los parámetros de diseño son: ductilidad local del disipador (μ_d), pendiente posterior a la fluencia ($K_2 = \eta K_{DDE}$), β es la relación entre la rigidez lateral elástica del disipador de energía (K_{DDE}) y la rigidez lateral de los contravientos de soporte

(K_{cont}), y K_{EDDE} es la rigidez efectiva del disipador, como se ve en la Figura 3.10. El acero usado en las placas de los disipadores es A36, con un esfuerzo de fluencia igual a 2530 kg/cm².

$$\beta = \frac{K_{DDE}}{K_{cont}} \quad (3.19)$$

$$K_{EDDE} = \frac{K_{DDE} + K_2(\mu_d - 1)}{\mu_d} = \frac{K_{DDE}[1 + \eta(\mu_d - 1)]}{\mu_d} \quad (3.20)$$

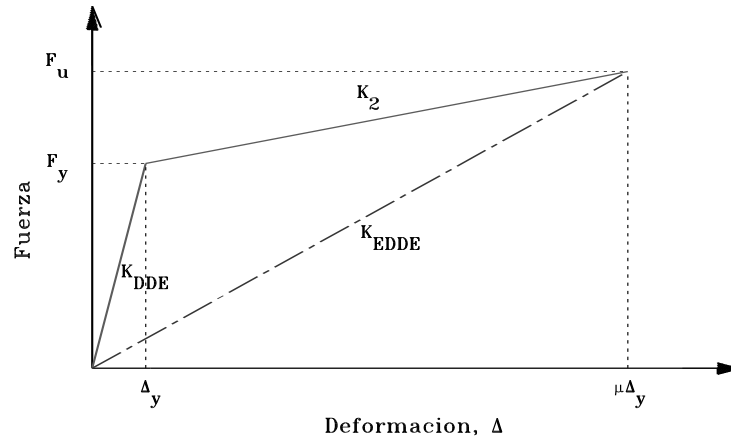


Figura 3.10 Curva de fuerza cortante-deformación de un dispositivo con comportamiento bilineal (Tena 2000)

11. Cálculo de rigidez lateral del contraviento se obtiene con la ecuación 3.21, la cual considera que la rigidez lateral del sistema contraviento-disipador se comporta como dos resortes en serie. Después de algunos pasos algebraicos se llega a la expresión 3.27, la cual nos permite obtener la rigidez lateral de los contravientos.

$$\frac{1}{K_{eq}} = \frac{1}{K_{cont}} + \frac{1}{K_{EDDE}} \quad (3.21)$$

$$K_{cont} = K_{eq} \frac{\{\mu + \beta[1 + \eta(\mu - 1)]\}}{\beta[1 + \eta(\mu - 1)]} \quad (3.22)$$

Los términos que se encuentran a un costado de K_{eq} , en la ecuación 3.22, se pueden considerar como un factor que toma en cuenta el comportamiento no lineal del disipador de energía, por lo que el valor mínimo de este factor es 10.20, cuando $\eta = 0.05$, $\beta = 0.75$ y $\mu = 10$ y el máximo 41.0 cuando $\eta = 0$, $\beta = 0.25$ y $\mu = 10$; por consiguiente, las dimensiones de los contravientos pueden ser muy grandes en comparación con las dimensiones de las columnas y vigas. Esto no es bien visto en la práctica profesional. Sin embargo, para obtener dimensiones menos robustas, este factor se ajusta, por lo que se divide entre 8 para el máximo, 7 ó 6 para el valor intermedio y 5 para el mínimo, después de un proceso iterativo se satisfacen todas las relaciones involucradas en este trabajo de investigación. El desarrollo algebraico de la ecuación 3.22 se presenta en el Apéndice B de este trabajo.

12. Cálculo de área de los contravientos (A_{cont}) y área de real de contravientos A_{cont}^* . Para el cálculo de las dimensiones del contraviento se debe cumplir la relación ancho-grueso (B/t) de las placas, de acuerdo con la sección 2.3.2 de las NTCM-2004, para secciones tipo 1, y que la relación de esbeltez (KL/r) del contraviento no sea menor de 50 pero tampoco mayor de 100. Con esto se garantiza que

el contraviento no tendrá problemas de esbeltez. Las secciones usadas en el contraviento fueron en su gran mayoría secciones tipo cajón o tubulares y, en algunos casos, sección tipo I.

$$K_{diag} \cos^2 \theta = K_{cont} \quad (3.23)$$

$$A_{cont} = \frac{K_{cont} L_{cont}}{N_{diag} E \cos^2 \theta} \quad (3.24)$$

$$A_{cont} \approx A_{cont}^* \quad (3.25)$$

13. Cálculo de la rigidez elástica de los disipadores de energía (K_{DDE}), se obtiene al multiplicar la rigidez lateral real de los contravientos de soporte del disipador por la variable β , descrita en el punto 10.

$$K_{cont}^* = \frac{2A_{cont}^* E \cos^2 \theta}{L_{cont}} \quad (3.26)$$

$$K_{DDE} = \beta K_{cont}^* \quad (3.27)$$

14. Cálculo de la inercia equivalente de los disipadores de energía (I_{disp}) sirve para determinar las propiedades geométricas del disipador y también facilitar su modelado en los programas de análisis estructural de bajo nivel. En este trabajo de investigación se considera la altura del disipador (H_{disp}) igual a 50 cm.

$$I_{disp} = \frac{K_{DDE} H_{disp}^3}{12E} \quad (3.28)$$

15. Distribución del cortante basal total (V_{total}) por entrepiso. Una vez que se definieron todos los elementos que resistirán las fuerzas laterales, se carga la estructura nuevamente, pero ahora considerando el cortante basal total y se redistribuye como lo indica el punto 5.
16. Análisis estructural de marcos de acero con el sistema contraviento-disipador. Se realiza considerando todas las combinaciones de carga que indican las normas vigentes y multiplicadas por sus respectivos factores de carga.
17. Diseño del sistema contraviento-disipador y revisión de elementos de marco de acero:

- a) Para el diseño de los disipadores se utilizará la mayor de las siguientes fuerzas: 1) La correspondiente al análisis estructural del punto 15 para el cortante máximo encontrado en cada una de las secciones de los disipadores y, 2) El cortante calculado con la ecuación 3.29 para la dirección de análisis, donde N_{disp} es el número de disipadores en el entrepiso, N_{cd} es el número de marcos con disipadores y N_m es el número de marcos sin disipadores.

$$V_{disp} = \frac{V_{total}}{N_{disp}(N_{cd} + \alpha N_m)} \quad (3.29)$$

$$V_{disp} > V_{ana} \therefore V_{yd} = V_{disp} \quad (3.30a)$$

$$V_{ana} > V_{disp} \therefore V_{yd} = V_{ana} \quad (3.30b)$$

$$V_{ud} = V_{yd} [1 + \eta(\mu_d - 1)] \quad (3.31)$$

Una vez determinado el valor del cortante de fluencia (V_{yd}) y último (V_{ud}) del disipador, se debe verificar que el dispositivo cumpla con las disposiciones técnicas y de laboratorio que las normas indiquen en el futuro.

- b) Para el diseño de los contravientos se usa la fuerza resultante que se indica en la ecuación 3.31. Los contravientos de los marcos siguen la filosofía de viga fuerte-contraviento débil. Para garantizar esta condición, deben cumplir las disposiciones indicadas en el diseño de vigas y los incisos 3.2.2, 6.2.3.2 y 6.2.3.4 de las NTCM-2004. Para el diseño de los contravientos se consideró acero A36 con un esfuerzo de fluencia igual a 2530 kg/cm².

$$P_{cont} = \frac{V_{ud}}{2 \cos \theta} \quad (3.32)$$

$$R_c = \frac{F_R F_y A_{cont}^*}{\sqrt[n]{1 + \frac{2n - 0.15^{2n}}{2n}}} \leq F_R F_y A_{cont}^* \quad (3.33)$$

- c) Revisión de vigas de los marcos con el sistema contraviento-disipador. Para la revisión de estas vigas se debe tomar en cuenta la fuerza vertical de desbalance, que es producida por las fuerzas resistentes de los contravientos y se calcula con la ecuación 3.34. Por lo tanto, las vigas interceptadas por contravientos deben seguir la filosofía de viga fuerte-contraviento débil. Para garantizar esta condición, se deben satisfacer los requisitos del inciso 6.2.3.4 de las NTCM-2004 y también lo indicado en el punto 7a de este procedimiento.

$$P_v = (P_y - 0.3R_c) \sin \alpha \quad (3.34)$$

$$V_u = \frac{2M_p}{L'} + \frac{w_u L'}{2} + \frac{P_v L'}{2} \quad (3.35)$$

En esta revisión se puede considerar como la fuerza vertical de desbalance la correspondiente al análisis estructural del inciso 16 de esta metodología, ya que los contravientos se comportan elásticamente, sería muy conservador usar las resistencias máximas a tensión y compresión de éstos, por lo que se sugiere incrementar en un 50% los valores correspondientes al análisis estructural.

- d) Para la revisión de las columnas, se debe tomar en cuenta la nueva configuración estructural y realizar nuevamente lo indicado en el punto 7b de este procedimiento.

$$\frac{P_u}{R_c} + \frac{M_{uox}^*}{M_{rx}} + \frac{M_{uoy}^*}{M_{ry}} < 1 \quad (3.36)$$

- e) La revisión de las conexiones se hace nuevamente como lo indica el punto 7c, pero ahora las fuerzas que actúan en la zona del panel se incrementan debido a los componentes vertical y horizontal de la fuerza de los contravientos.

La propuesta de diseño antes descrita se puede resumir en el siguiente diagrama de flujo de la Figura 3.11.

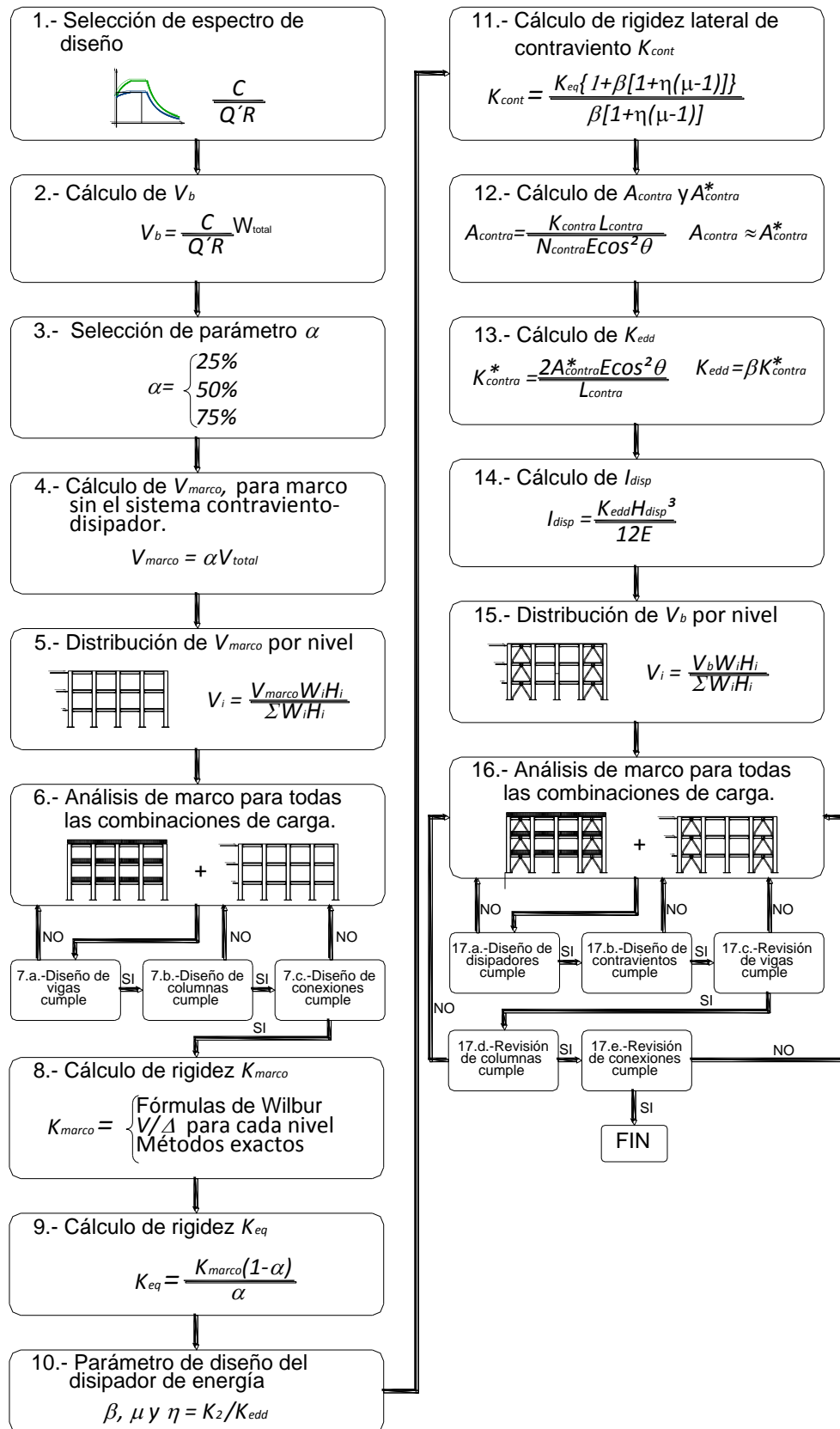


Figura 3.11 Procedimiento de diseño para marco de acero con disipadores de energía histeréticos

3.1.4 Modelado para Análisis no lineal

Para la etapa de análisis no lineal ante cargas monótonas crecientes (*pushover*) de todos los marcos con el sistema contraviento-disipador se utilizó el programa Drain-2DX (Prakash *et al* 1992).

Con este programa los modelos matemáticos de las estructuras se consideran marcos planos. La solución numérica de estos marcos es con base en el método de las rigideces, que plantea la solución de sistemas de ecuaciones lineales (tres ecuaciones por cada nudo), también relaciona las fuerzas externas con fuerzas internas y determina los desplazamientos y giros en cada uno de los nudos de los elementos, con la finalidad de obtener las fuerzas internas para cada uno de éstos.

El modelado de los elementos estructurales en el programa Drain-2DX (Prakash *et al* 1992) para el análisis estático no lineal se realiza como la mayoría de los programas convencionales, donde se definen las coordenadas de los nudos y su numeración, la conectividad de los elementos barra (nudo origen-nudo destino), las restricciones en los apoyos (condiciones de frontera) y cargas actuantes (gravitacionales y laterales), pero, con la principal diferencia que, se debe definir el comportamiento no lineal para cada sección transversal asignada a cada elemento que integra la estructura. Las consideraciones usadas para el modelado de los marcos planos son las siguientes:

- 1) Numerar de manera secuencial los elementos de cada grupo estructural (columnas, vigas, disipadores, contravientos), empezando de izquierda a derecha y también de abajo hacia arriba, como se muestra en la Figura 3.12.

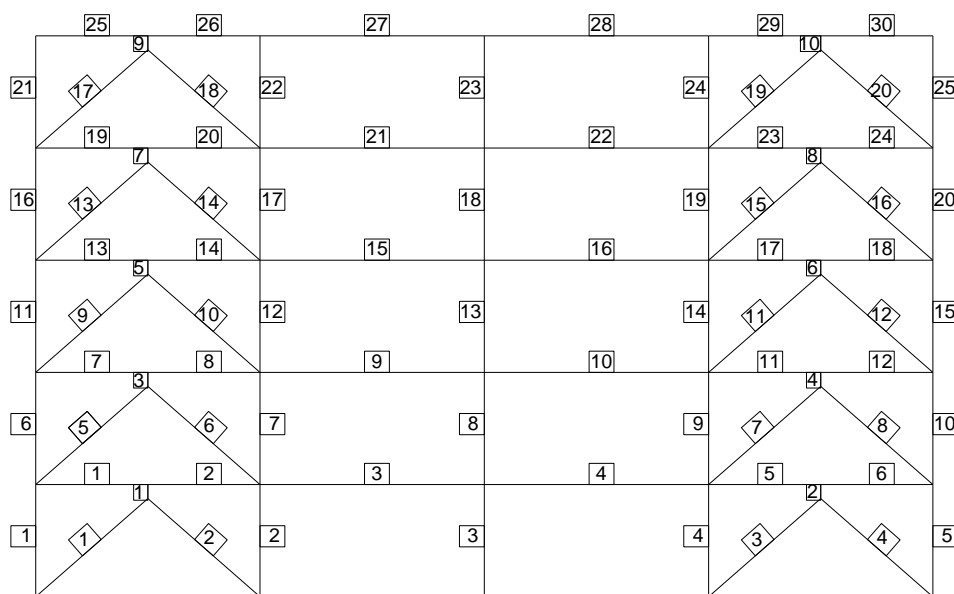


Figura 3.12 Convención numérica de elementos por grupo para programa Drain-2DX (Prakash *et al* 1992)

- 2) La condición de apoyo de los marcos analizados es restringiendo los desplazamientos y rotaciones en su base (empotrado).
- 3) Se toman en cuenta los efectos $P-\Delta$ en columnas y contravientos para las deflexiones horizontales, y las fuerzas internas generadas para los momentos asociados a dicho efecto.

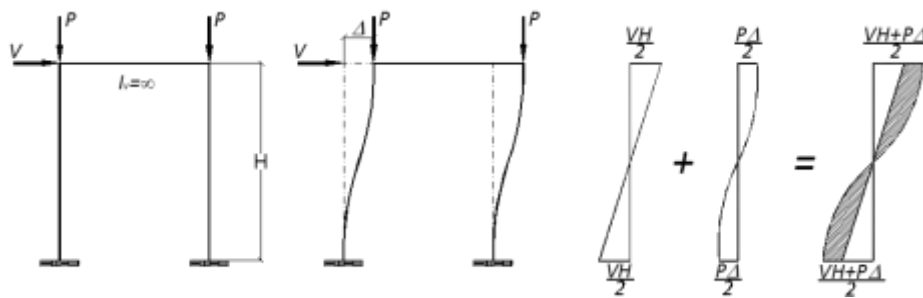


Figura 3.13 Efecto $P-\Delta$ en columnas de marco

- 4) La modelación de los contravientos es mediante el elemento tipo barra axial o armadura (elemento tipo 1), con sus extremos articulados, bajo esta condición los contravientos son capaces de transmitir únicamente la fuerza axial de tensión o compresión, para la revisión de las deformaciones plásticas se usa la curva de comportamiento inelástico de la Figura 3.14, considerando que el pandeo en compresión es elástico.

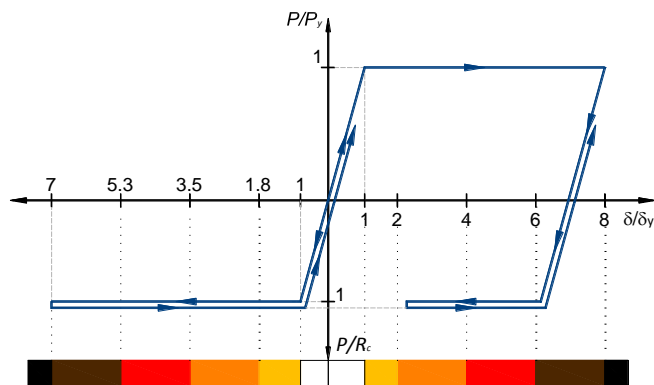


Figura 3.14 Curva comportamiento inelástico de contravientos, Adaptado de Prakash *et al.* (1992)

La curva de comportamiento de los contravientos se presenta normalizada con respecto a sus resistencias nominales, máxima de tensión y compresión (carga de pandeo) respectivamente, así como los desplazamientos correspondientes a éstas.

- 5) Las vigas se modelan mediante el elemento viga-columna (elemento tipo 2). La revisión de las rotaciones plásticas se hace en los extremos de cada elemento y se usa la curva de comportamiento inelástico de la Figura 3.15.

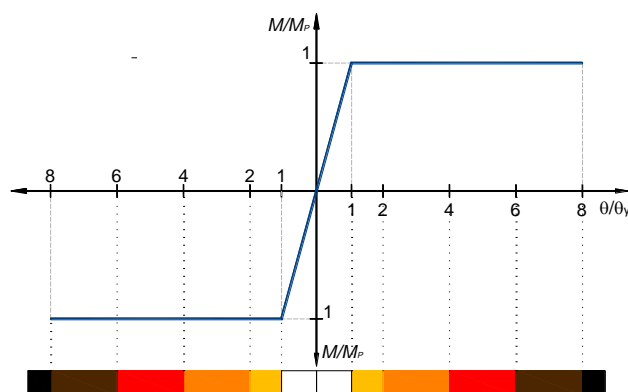


Figura 3.15 Diagrama momento-curvatura normalizado e idealizado de vigas.

La curva de comportamiento inelástico de las vigas se presenta normalizada, respecto a su resistencia nominal máxima a flexión y su rotación para los extremos, se comporta simétrica tanto para la flexión positiva como negativa.

- 6) Las columnas se modelan de forma similar a las vigas. La revisión de las rotaciones plásticas se hará en los extremos de cada elemento y se considera el efecto de la fuerza axial sobre la resistencia nominal a flexión de las columnas, como se observa en la curva de comportamiento inelástico de la Figura 3.16.

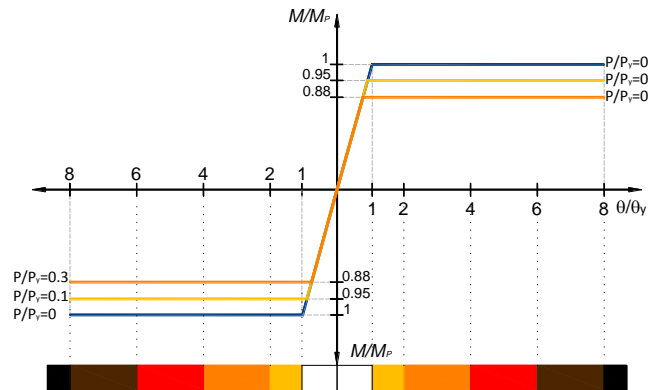


Figura 3.16 Diagramas momento-curvatura normalizado e idealizado para columnas de acero

La curva comportamiento inelástico de las columnas se presenta normalizada, respecto a su resistencia nominal máxima a flexión y su rotación en los extremos, además se observa que para relaciones de $P/P_y > 0$ el momento plástico disminuye.

En la Figura 3.17 se muestran los diagramas de interacción P-M de las columnas de acero en sección cajón cuadrada, el cálculo se hace con la ecuación 3.37, donde A_c es el área de la columna, Z_c es el momento plástico de la columna, t_w es el espesor del alma (espesor constante en todas las placas), P_y es la fuerza de fluencia ($A_c f_y$). Para fines de modelación se idealiza este diagrama, como se deduce en el Apéndice B.

$$\frac{M}{M_p} = \left[1 - \frac{A_c^2}{8t_w Z_c} \left(\frac{P}{P_y} \right)^2 \right] \quad (3.37)$$

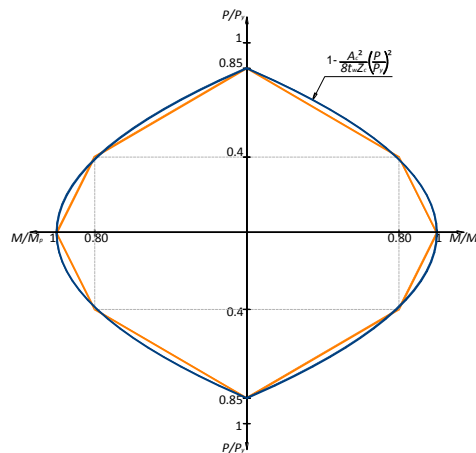


Figura 3.17 Diagrama de interacción para columnas de acero. Adaptado de Buen (1988)

- 7) La modelación de los disipadores de energía se consideró como una viga, la revisión de las rotaciones plásticas se hará en los extremos de cada disipador y se usará la curva de comportamiento inelástico de la Figura 3.18.

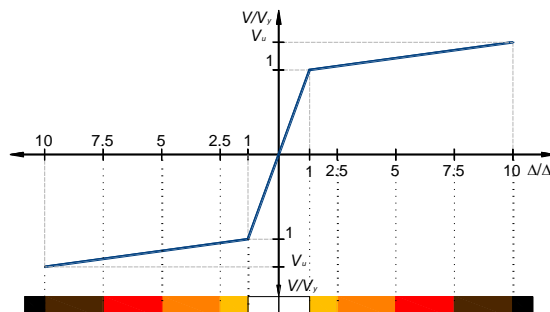


Figura 3.18 Comportamiento inelástico de disipadores de energía

La curva comportamiento inelástico de los disipadores de energía se presenta normalizada respecto a su cortante de fluencia y su rotación máxima para los extremos, y se comporta simétrica tanto para el cortante positivo como el negativo. El momento último de los disipadores de energía se calcula con la ecuación 3.38, donde V_u es el cortante último y H_{disp} es la altura del disipador de energía.

$$M_u = \frac{V_u H_{disp}}{2} \quad (3.38)$$

Las curvas de comportamiento inelástico de los elementos estructurales, como se mencionó anteriormente, sirvieron para la revisión de las deformaciones plásticas y también para el desarrollo de los mapas de demandas inelásticas de todos los marcos estudiados, que se presentan en el Apéndice C.

La información que se obtendrá en el post-proceso del análisis no lineal de los marcos con disipadores de energía se resume en el Capítulo 5 y es la siguiente:

- I. Ductilidades diseño para los disipadores de energía hysteréticos (μ_d).
- II. Balances de rigidez óptimos (β) entre el disipador y los contravientos de soporte.
- III. Factor de comportamiento sísmico, Q .
- IV. Factor de reducción por sobrerresistencia, R .
- V. Mapeo de rotaciones plásticas normalizadas.
- VI. Distorsión de entrepiso para revisión del estado límite de servicio.
- VII. Distorsión de entrepiso para revisión del estado límite de colapso.

CAPÍTULO 4. EVALUACIÓN DEL MÉTODO PROPUESTO

4.1 Selección de edificio de estudio

En este capítulo se ejemplifica la metodología de diseño propuesta, para esto, se considera un edificio de oficinas, la principal razón es debido a la concentración de personas que puede haber durante un evento sísmico que ocurra en la Ciudad de México.

El edificio cuenta con 15 niveles, que serán destinados a oficinas, la geometría en planta es rectangular con 24 m de ancho por 32 m de largo. El sistema de piso está conformado por losacero más un firme de 5 cm de espesor, de concreto con $f'_c = 200 \text{ kg/cm}^2$ y reforzado con malla electrosoldada 6x6-6/6 (ver Apéndice A), esto es, 15 cm de separación y alambre con calibre 6 (4.88 mm), en ambas direcciones. El sistema de piso se apoya sobre vigas secundarias (IR 14x30), separadas cada 2 m, con la distribución tipo tablero de ajedrez, como se muestra en la Figura 4.1. La estructura se considera empotrada en su base y los sistemas de piso son infinitamente rígidos.

La estructuración del edificio es con base en marcos de acero ASTM A572-G50 en columnas y vigas, para contravientos y disipadores de energía se utiliza ASTM A36. Los marcos tienen una altura de entrepiso de 4 m. Las columnas están separadas cada 8 m en ambas direcciones, como se muestra en Figura 4.1.

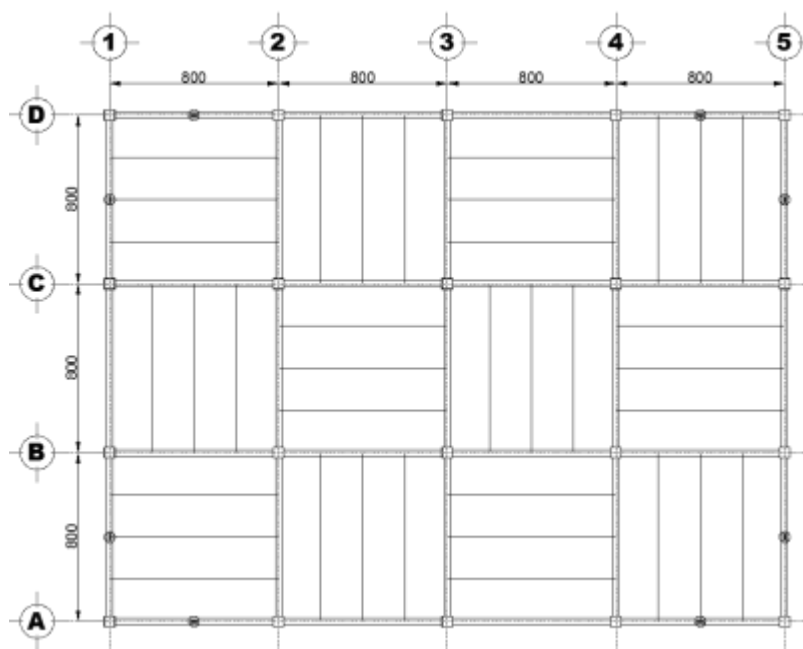


Figura 4.1 Planta estructural tipo de edificio (dimensiones en centímetros)

Las columnas de los marcos son secciones tipo cajón cuadrada, la razón de utilizar este tipo de sección, es que tienen la misma resistencia a flexión y cortante en ambas direcciones, en comparación con las secciones tipo IR y H.

Las vigas principales son secciones tipo IR, de acuerdo con las dimensiones del manual IMCA (IMCA 2001). Para aligerar el peso del edificio se utiliza este tipo de sección, además, de tener una buena capacidad a flexión y cortante.

Los marcos perimetrales cuentan con contravientos tipo chevrón (V invertida), en los extremos del marco y en toda la altura, como se muestra en la Figura 4.2. Las secciones transversales de los contravientos son secciones tipo cajón (cuadradas) de acero ASTM A36, por ser muy estables en compresión.

Todas las secciones transversales de las columnas, vigas y contravientos son tipo 1, de acuerdo con las NTCM-2004 (2004), debido a que no presentan problemas prematuros de pandeo local en las placas que las conforman. Con esto se busca desarrollar la máxima capacidad de los elementos estructurales.

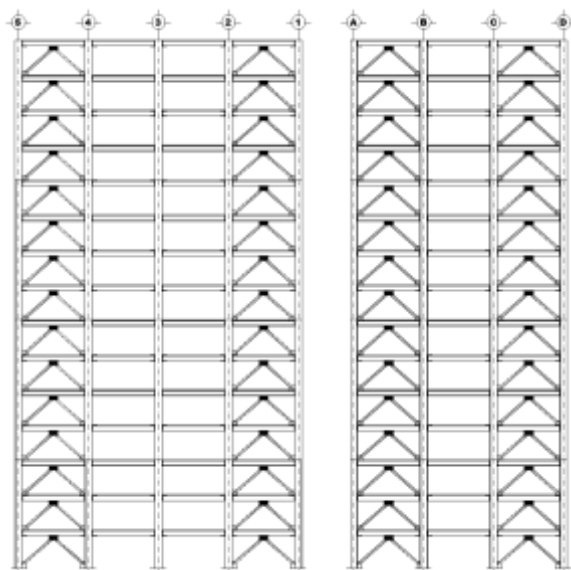


Figura 4.2 Elevación de marcos longitudinal y transversal

Las cargas verticales usadas para el diseño de las losacero para la zona de azotea y oficina (entrepisos) se presentan a continuación de forma detallada:

Carga muerta en azotea

Impermeabilizante	10	kg/m ²
Firme de 3 cm	66	kg/m ²
Relleno de tezontle de 10 cm	150	kg/m ²
RCDF	40	kg/m ²
Instalaciones	30	kg/m ²
Plafón	40	kg/m ²
Σ	336	kg/m ²

Carga muerta en oficinas

Muros divisorios	100	kg/m ²
Piso terminado	70	kg/m ²
RCDF	40	kg/m ²
Instalaciones	20	kg/m ²
Plafón	40	kg/m ²
Σ	270	kg/m ²

Las cargas vivas propuestas para azotea y oficinas son las presentadas en las NTCA-2004 (2004).

Carga viva

	CV_{max} kg/m ²	CV_{acc} kg/m ²
Azotea	100	70
Oficina	250	180

Con las cargas vivas y muertas definidas se procede a la selección de la sección de la losacero, de acuerdo con la separación entre vigas secundarias. En la Figura 4.3 se muestran las características geométricas y el volumen del concreto para la sección 36/15.

	W_m kg/m ²	$W_{losacero}$ kg/m ²	W_{cvmax} kg/m ²	W_{cvacc} kg/m ²	W_{cm} kg/m ²
Azotea	336	152	100	70	488
Oficina	270	152	250	180	422

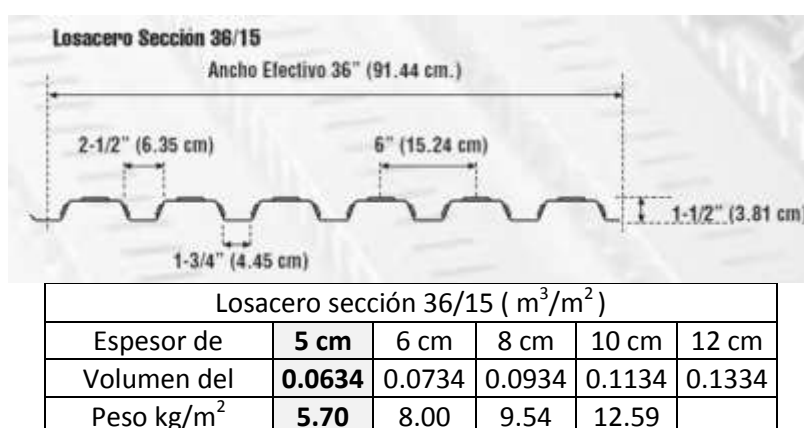


Figura 4.3 Geometría, volumen de concreto y peso de losacero sección 36/15 (tabla modificada y figura de manual del manual IMSA)

Carga de losacero

Losacero 36/15	6	kg/m ²
Firme 5 cm	146	kg/m ²
Σ	152	kg/m ²

Una vez definidas todas las cargas sobre el sistema de piso se realizó el diseño de las vigas secundarias, considerando la acción conjunta entre losacero y viga (sección compuesta), para ello se continuó el procedimiento de diseño sugerido por Seguí (2000) y las NTCM-2004.

Los marcos del edificio se diseñaron como “marcos dúctiles” de acuerdo con el Capítulo 6 de las NTCM-2004, que ha adoptado la filosofía de “diseño por capacidad”, éste consiste en controlar la secuencia y

nivel de daño de ciertos elementos estructurales, como son disipadores y vigas, con la intención de absorber la mayor cantidad de energía inducida por un sismo sin que sufra daño alguno en las columnas.

4.2 Diseño conforme a la metodología propuesta

Para alcanzar el objetivo de diseño por capacidad, se continuará la metodología de diseño presentada en el Capítulo 3 de este trabajo de investigación.

- I. Definir el espectro de diseño de acuerdo con el lugar donde se desplanta la estructura. Para este ejemplo se considera que la ordenada del espectro de diseño es de 0.10. Este valor considera la división entre el factor de reducción del espectro de diseño ($Q'R$), de acuerdo con las normas vigentes. Sin embargo, el factor de comportamiento sísmico en las actuales normas de diseño no está definido para este tipo de soluciones estructurales. Por lo tanto, para este trabajo, se da por entendido que esta aceleración es la final de diseño y cumple con todas las especificaciones que en un futuro pudieran hacerse para este tipo de estructuras.
- II. El cortante basal de diseño se obtiene con la ecuación 4.1, la cual multiplica la ordenada del espectro reducido de diseño por el peso total de la estructura, que deberá incluir peso propio de la estructura (columnas, vigas, losas, etcétera), más carga muerta adicional y carga viva accidental todo conforme al reglamento de construcción vigente.

$$V_{total} = \frac{c}{Q'R} W_{total} = 0.1 W_{total} \quad (4.1)$$

Para obtener el peso total de la estructura ($W_{total}=W_{pp}+W_{cm}+W_{acc}$) se hace un predimensionamiento previo de las columnas y vigas, y después se calcula W_{total} . En las Tablas 4.1 y 4.2 se resumen las secciones de las vigas y columnas.

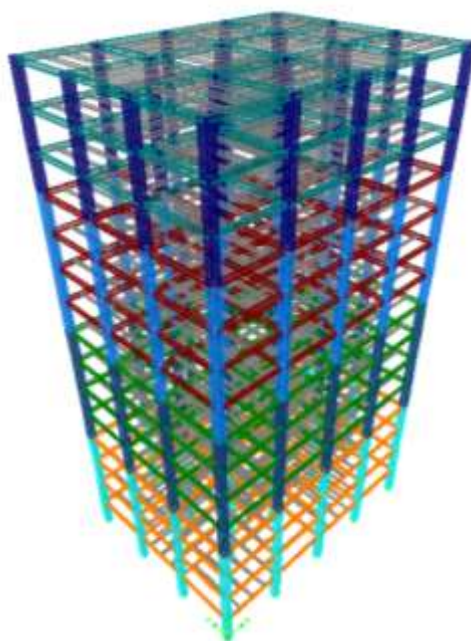


Figura 4.4 Modelo tridimensional en programa Etabs v9.6 (CSI 2005)

Tabla 4.1 Dimensiones de vigas (IMCA)

Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm
W 21 x 93	N1-N4	54.9	1.47	21.4	2.36
W 21 x 83	N5-N8	54.4	1.31	21.2	2.12
W 21 x 73	N9-N12	53.9	1.16	21.1	1.88
W 21 x 62	N13-N15	53.3	1.02	20.9	1.56

Tabla 4.2 Dimensiones de columnas

Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm
CC 78 x 78 x 2.4	N1-N4	78.0	2.38	78.0	2.38
CC 78 x 78 x 2.1	N5-N8	78.0	2.06	78.0	2.06
CC 78 x 78 x 1.7	N9-N12	78.0	1.75	78.0	1.75
CC 78 x 78 x 1.4	N13-N15	78.0	1.43	78.0	1.43

El peso de las vigas y columnas es de 1,184.5 ton y el peso del sistema de piso es de 1,749.2 ton, por lo que el peso propio de la estructura es igual a 2,933.7 ton.

El peso total de las cargas muertas y accidentales se resume en la Tabla 4.3.

Tabla 4.3 Peso de carga muerta (W_m) y accidental (W_{acc})

Entrepiso	cantidad	Área m ²	W_m ton	W_{acc} ton
Azotea	1	768	258.0	53.8
Tipo	14	768	2903.0	1935.4
			3,161.1	1,989.1

Por lo tanto, el peso total de la estructura (W_{total}) es igual a 8,083.9 ton, con este valor se calcula el cortante basal.

$$V_{total} = 0.1W_{total} = 0.1(8083.9ton) = 808.4 ton \quad (4.2)$$

- III. Se propone el valor del contraste de rigidez lateral entre los marcos y sistema contraviento-disipador, para nuestro ejemplo consideramos $\alpha=50\%$. Esta relación es muy importante, pues nos permite hacer la distribución de la fuerza cortante entre los marcos sin disipadores y los marcos con el sistema contraviento-disipador.
- IV. Cálculo de la fuerza cortante para los marcos sin el sistema contraviento-disipador. El cortante basal calculado permitirá que el marco se comporte de manera elástica.

$$V_{marco} = \alpha V_{total} = 0.5(808.4ton) = 404.20 ton \quad (4.3)$$

- V. Distribución del cortante basal de los marcos (V_{marco}) por entrepiso, el cual se hizo de acuerdo con el método estático de las NCTS-2004 (2004). El periodo de la estructura para este caso es inferior a T_b , por lo que el cálculo de la distribución, del cortante basal, se hace conforme a la ecuación 4.4 y se

resume en la Tabla 4.4. En caso que $T > T_b$, la distribución de fuerzas laterales debe hacerse conforme lo establecen las mismas NTCS-2004, para tomar en cuenta la participación de modos superiores.

$$F_i = V_{marco} \frac{\Sigma W_i}{\Sigma W_i h_i} \quad (4.4)$$

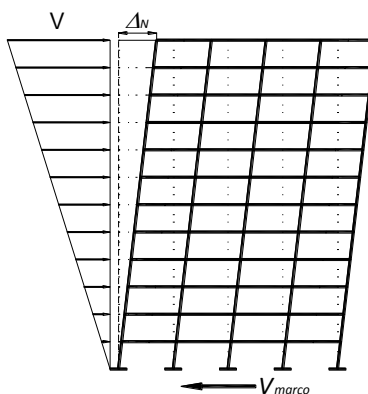


Figura 4.5 Distribución de cortante basal por nivel

Tabla 4.4 Distribución de cortante basal de marco por entrepiso

Nivel Arquitect.	Nivel Modelo	H m	Área m ²	Carga muerta kg/m ²	Carga viva kg/m ²	Carga viva kg/m ²	Peso propio ton	Carga (CM+Cvacc) ton	W ton	W H ton-m	F ton	V _x ton
AZOTEA	60.00		768.0	336	100	70	180.2	311.8	492.1	29523.3	46.8	
		4.00										46.8
N14	56.00		768.0	270	250	180	180.2	345.6	525.8	29447.5	46.7	
		4.00										93.5
N13	52.00		768.0	270	250	180	180.2	345.6	525.8	27344.1	43.4	
		4.00										136.9
N12	48.00		768.0	270	250	180	188.6	345.6	534.2	25640.0	40.7	
		4.00										177.5
N11	44.00		768.0	270	250	180	188.6	345.6	534.2	23503.4	37.3	
		4.00										214.8
N10	40.00		768.0	270	250	180	188.6	345.6	534.2	21366.7	33.9	
		4.00										248.6
N9	36.00		768.0	270	250	180	188.6	345.6	534.2	19230.0	30.5	
		4.00										279.1
N8	32.00		768.0	270	250	180	198.8	345.6	544.4	17422.4	27.6	
		4.00										306.8
N7	28.00		768.0	270	250	180	198.8	345.6	544.4	15244.6	24.2	
		4.00										330.9
N6	24.00		768.0	270	250	180	198.8	345.6	544.4	13066.8	20.7	
		4.00										351.6
N5	20.00		768.0	270	250	180	198.8	345.6	544.4	10889.0	17.3	
		4.00										368.9
N4	16.00		768.0	270	250	180	210.8	345.6	556.4	8902.7	14.1	
		4.00										383.0
N3	12.00		768.0	270	250	180	210.8	345.6	556.4	6677.1	10.6	
		4.00										393.6
N2	8.00		768.0	270	250	180	210.8	345.6	556.4	4451.4	7.1	
		4.00										400.7
N1	4.00		768.0	270	250	180	210.8	345.6	556.4	2225.7	3.5	
		4.00										404.2
			11520.0				2933.7	5150.2	8083.9	254934.5		

VI. Para el análisis del edificio propuesto se usó el programa comercial de diseño estructural Etabs versión 9.6 (CSI 2005), ya que la solución estática que ofrece es con base en el método de rigidez, el cual plantea sistemas de ecuaciones lineales (seis ecuaciones por cada nudo), que relacionan fuerzas

externas con internas. La solución del mismo determina los desplazamientos y giros en los nudos del conjunto y con ellos obtenemos las fuerzas internas para el diseño de cada elemento estructural que integran los marcos de acero del edificio de oficinas propuesto. Las combinaciones de cargas utilizadas para el análisis de los marcos se muestran en el inciso XVI (página 61).

VII. Diseño de los elementos principales del marco de acero. En este punto se toma la filosofía del diseño por capacidad para obtener la secuencia de falla descrita en la sección 3.1 del Capítulo 3 de este trabajo de investigación.

a) Criterios para el diseño de vigas

Las vigas siguen la filosofía de columna fuerte-viga débil, para garantizar esta condición, deben cumplir las disposiciones marcadas en los incisos 3.3.2.1, 6.1.2.2, 6.2.1.1 y 6.2.3.4 de las NTCM-2004:

1. Las secciones transversales de las vigas deben ser tipo 1.
2. No debe haber cambios importantes o abruptos en la sección transversal de las vigas en las zonas de formación de articulaciones plásticas.

La fuerza cortante de diseño V_p se obtiene del equilibrio de la viga entre las zonas donde se forman las articulaciones plásticas (Figura 4.6), donde M_{p1} y M_{p2} son los momentos plásticos de la viga en los extremos plastificados, L' es la distancia entre extremos plastificados y w es la carga distribuida actuante sobre la viga, por lo tanto el cortante de diseño se calcula con la ecuación 4.5. Con esto se garantiza que la viga no tendrá una falla prematura por cortante, pero en caso de no cumplir esta condición, se puede reforzar la zona con atiesadores en el alma de la viga.

$$V_p = \frac{M_{p1} + M_{p2}}{L'} + w \frac{L'}{2} \quad (4.5)$$

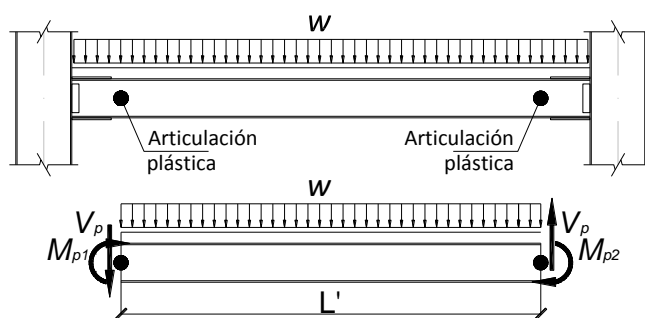


Figura 4.6 Fuerza cortante de diseño en viga

En la Tabla 4.5 se presenta el resumen de la resistencia a flexión y cortante de las vigas.

Tabla 4.5 Resistencia a flexión y corte de vigas

Sección in x lb/ft	Niveles	Z_v cm ³	A_a cm ²	M_R ton-m	V_p ton	V_r ton
W 21 x 93	N1-N4	3622	73.8	114.6	64.0	128.3
W 21 x 83	N5-N8	3212	65.7	101.6	57.6	114.3
W 21 x 73	N9-N12	2819	58.2	89.2	51.6	101.2
W 21 x 62	N13-N15	2360	51.2	74.7	44.5	89.1

b) Criterios para diseño de columnas

Las columnas de los marcos siguen la filosofía de columna fuerte-viga débil. Para garantizar esta condición, deben cumplir las disposiciones marcadas en los incisos 6.1.3 y 6.2.1.2 de las NTCM-2004 y las referentes al diseño de miembros flexocomprimidos:

1. Las secciones transversales de las columnas deben ser tipo 1.
2. La relación de esbeltez máxima no debe exceder de 60.

$$\frac{KL}{r} \leq 60 \quad (4.6)$$

3. Las columnas que concurren en un nudo deben satisfacer las condiciones de la sección 5.8.10.
4. Las columnas deben tener una carga axial factorizada no mayor que $0.3A_g f_y$, para cualquier combinación sísmica.
5. Los elementos flexocomprimidos se diseñan para que no fallen prematuramente por fuerza cortante, donde M_{pc1} y M_{pc2} son los momentos plásticos de la columna, en los extremos plastificados y H' es la distancia entre extremos plastificados. En la Tabla 4.6 se presenta el resumen de resistencias de las columnas de acero.

$$V_p = \frac{M_{pc1} + M_{pc2}}{H'} \quad (4.7)$$

$$V_{cr} < 0.55 F_R f_y A_{ac} \quad (4.8)$$

En la Tabla 4.6 se presenta el resumen de la resistencia a tensión, compresión, flexión y cortante de las columnas.

Tabla 4.6 Resistencia a tensión, compresión, flexión y cortante de columnas

Sección cm x cm x cm	Niveles	A cm ²	A _o cm ²	Z cm ³	P _T ton	P _{CR} ton	M _R ton-	V _R ton
COL 78 x 78 x 2.4	N1-N4	720.3	360.1	20431	2278.6	2223.1	646.3	626.6
COL 78 x 78 x 2.1	N5-N8	626.9	313.4	17855	1983.1	1382.6	564.8	545.3
COL 78 x 78 x 1.7	N9-N12	532.6	266.3	15233	1685.0	1187.3	481.9	463.4
COL 78 x 78 x 1.4	N13-N15	437.6	218.8	12567	1384.4	985.9	397.6	380.7

c) Criterio para el diseño de las conexiones viga-columna

Las conexiones viga-columna de marcos dúctiles (Figura 4.7), deben cumplir las disposiciones del inciso 5.8.10 de las NTCM-2004, donde A_c es el área de columna, f_{yc} es el esfuerzo de fluencia mínimo de columna, M_{pv} es el momento plástico de la viga, M_v es el momento que se obtiene multiplicando la fuerza cortante en la articulación plástica (V_p), P_{uc} es la carga axial de compresión de diseño de la columna, R_y es el factor que considera el esfuerzo real de fluencia ($R_y=1.1$) y Z_c es el módulo de sección plástica de la columna.

$$\Sigma M_{pc}^* = \Sigma Z_c \left(f_{yc} - \frac{P_{uc}}{A_c} \right) \quad (4.9)$$

$$\Sigma M_{pv}^* = \Sigma (1.1 R_y M_{pv} + M_v) \quad (4.10)$$

$$\frac{\sum M_{pc}^*}{\sum M_{pv}^*} > 1.2 \quad (4.11)$$

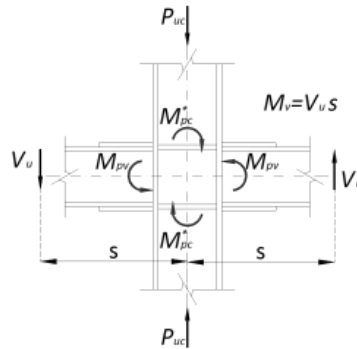


Figura 4.7 Suma de momentos en la zona de panel. Adaptado de AISC 358-10 (2014)

Tabla 4.7 Revisión de la conexión viga-columna

Niveles	A_c cm^2	P_{uc} ton	$\sum M_{pc}^*$ ton-m	$1.1R_y M_{pv}$ ton-m	M_v ton-m	$\sum M_{pv}^*$ ton-m	$\frac{\sum M_{pc}^*}{\sum M_{pv}^*}$	OBS
N1-N3	720.3	966.8	887.8	152.2	61.7	427.8	2.1	OK
N4	720.3	765.1	939.1	152.2	61.7	427.8	2.2	OK
N5-N7	626.9	698.6	857.2	135.0	55.6	381.1	2.2	OK
N8	626.9	502.8	897.6	135.0	55.6	381.1	2.4	OK
N9-N11	532.6	438.1	820.3	118.8	49.8	337.1	2.4	OK
N12	532.6	246.2	848.7	118.8	49.8	337.1	2.5	OK
N13-N15	437.6	182.5	778.6	99.06	43.0	284.2	2.7	OK

La zona del panel está sometida a elevadas solicitaciones, que pueden ocasionar deformaciones excesivas si no se diseñan adecuadamente; para ello, es necesario cumplir con las disposiciones del inciso 3.7.7 de las NTCM-2004.

$$\text{Si } P_u \leq 0.75P_y$$

$$R_v = 0.55f_y d_c t_{ac} \left(1 + \frac{3b_{pc} t_{pc}^2}{d_v d_c t_{ac}} \right) \quad (4.12)$$

La fuerza cortante que actúa en la zona del panel se calcula como se indica en la ecuación 4.13, la cual se obtiene del diagrama de cuerpo libre de la Figura 4.8.

$$V_{uc} = \frac{M_{pv1} + M_{pv2}}{d - t_f} - V_c \quad (4.13)$$

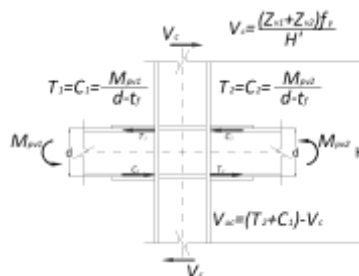


Figura 4.8 Fuerza cortante en la zona de panel. Adaptado de AISC 358-10 (2014)

Tabla 4.8 Revisión por cortante en la zona de panel

Niveles	H_v cm	t_p cm	Z_v cm ³	M_p ton-m	B_c cm	t_c cm	V_{uc} ton	V_r ton	OBS
N1-N3	54.9	2.36	3622	127.3	78.0	2.4	522.8	691.0	OK
N4	54.9	2.36	3622	127.3	78.0	2.4	522.8	691.0	OK
N5-N7	54.4	2.12	3212	112.9	78.0	2.1	466.2	594.3	OK
N8	54.4	2.12	3212	112.9	78.0	2.1	466.2	594.3	OK
N9-N11	53.9	1.88	2819	99.1	78.0	1.7	411.4	498.8	OK
N12	53.9	1.88	2819	99.1	78.0	1.7	411.4	498.8	OK
N13-N15	53.3	1.56	2360	83.0	78.0	1.4	346.5	404.8	OK

- VIII. Cálculo de la rigidez lateral del marco. Una vez cumplidos los requisitos de resistencia de las vigas, columnas y conexiones, se calcula la rigidez lateral de los marcos de forma aproximada con las fórmulas de Wilbur, como se comentó en el Capítulo 3.
- IX. Cálculo de la rigidez lateral equivalente del sistema contraviento-disipador (K_{eq}), para determinar la rigidez equivalente y el prediseño de los elementos que conforman al sistema contraviento-disipador se usa la ecuación 4.14.

$$K_{eq} = (1 - \alpha)K_{total} = \frac{(1-\alpha)K_{marco}}{\alpha} \quad (4.14)$$

En la Tabla 4.9 se presenta el resumen del cálculo de la rigidez lateral de los marcos (K_{marco}) y la rigidez equivalente (K_{eq}). Como se observa los valores de la rigidez lateral del marco y equivalente son iguales, debido a que el parámetro α se consideró igual a 50%.

Tabla 4.9 Cálculo de rigideces lateral de marcos y equivalente por entrepisos

Nivel	K_{marco} kg/cm	K_{eq} kg/cm
1	1103520	1103520
2	354067	354067
3	248348	248348
4	248348	248348
5	232116	232116
6	219146	219146
7	219146	219146
8	219146	219146
9	203752	203752
10	191705	191705
11	191705	191705
12	191705	191705
13	172626	172626
14	158305	158305
15	158305	158305

- X. Definición de los parámetros de diseño de los disipadores de energía. Los valores de las propiedades mecánicas de los disipadores de energía utilizados en este ejemplo son los siguientes: La relación entre la rigidez del disipador y el contraviento es $\beta=25\%$, ductilidad de diseño $\mu_d=10$, pendiente

posterior a la fluencia $K_2=0$; el acero usado en las placas de los disipadores es ASTM A36 con esfuerzo de fluencia $f_y=2530 \text{ kg/cm}^2$. Con la ecuación 4.15 se calcula la rigidez efectiva del disipador de energía (K_{EDDE}).

$$K_{EDDE} = \frac{K_{DDE} + K_2(\mu_d - 1)}{\mu_d} = \frac{K_{DDE}[1 + \eta(\mu_d - 1)]}{\mu_d} \quad (4.15)$$

En la Figura 4.9 se muestra la curva de fuerza cortante-desplazamiento; en ella se indica cada parámetro de diseño del disipador de energía.

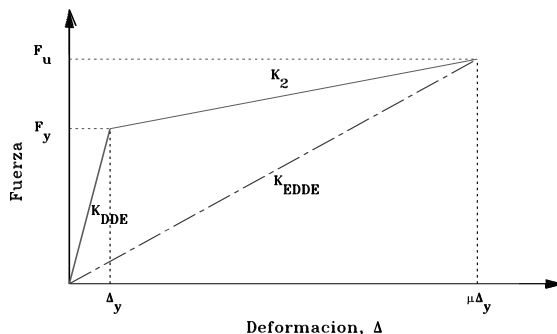


Figura 4.9 Curva de fuerza cortante-deformación de un dispositivo con comportamiento bilineal (Tena 2000)

- XI. Cálculo de rigidez lateral del contraviento (K_{cont}). Después de haber definido los parámetros de diseño del disipador de energía se calcula la rigidez lateral del contraviento con la ecuación 4.16. En la Tabla 4.10 se resume el cálculo de la rigidez lateral del contraviento.

$$K_{cont} = K_{eq} \frac{\{1 + \beta[1 + \eta(\mu_d - 1)]\}}{\beta[1 + \eta(\mu_d - 1)]} \quad (4.16)$$

Tabla 4.10 Rigidez lateral de contravientos por entrepiso

Nivel	K_{eq} kg/cm	Ductilidad μ_d	K_2/K_{EDD} %	K_{cont} kg/cm
1	1103520.3	10	0	5517601.6
2	354067.3	10	0	1770336.3
3	248348.1	10	0	1241740.3
4	248348.1	10	0	1241740.3
5	232116.0	10	0	1160580.2
6	219145.5	10	0	1095727.7
7	219145.5	10	0	1095727.7
8	219145.5	10	0	1095727.7
9	203752.4	10	0	1018762.2
10	191705.0	10	0	958525.1
11	191705.0	10	0	958525.1
12	191705.0	10	0	958525.1
13	172625.7	10	0	863128.5
14	158305.1	10	0	791525.5
15	158305.1	10	0	791525.5

- XII. Cálculo del área de los contravientos (A_{cont}) y área real de contravientos A_{cont}^* . El área del contraviento se obtiene con la ecuación 4.17.

$$A_{cont} = \frac{K_{cont} L_{cont}}{N_{diag} E \cos^2 \theta} \quad (4.17)$$

Para el cálculo de las dimensiones del contraviento, se debe cumplir con la relación ancho-grueso (B/t) de las NTCM-2004 para secciones tipo 1. Además, la relación de esbeltez debe estar entre $50 < KL/r < 100$ para garantizar que el contraviento no tenga problemas de esbeltez prematura y pueda desarrollar su resistencia máxima a compresión. Las secciones usadas en los contravientos son tipo cajón o tubulares. En la Tabla 4.11 se muestran las dimensiones de los contravientos para cada nivel.

Tabla 4.11 Dimensiones de los contravientos por entrepiso

Nivel	K_{cont} kg/cm	A_{cont} cm ²	B cm	t cm	A_{cont}^* cm ²	KL/r
1	5517601.6	317.4	25.0	3.7	311.8	54.1
2	1770336.3	101.9	25.0	3.7	311.8	54.1
3	1241740.3	71.4	25.0	3.7	311.8	54.1
4	1241740.3	71.4	23.5	2.9	235.9	56.2
5	1160580.2	66.8	23.5	2.9	235.9	56.2
6	1095727.7	63.0	23.5	2.9	235.9	56.2
7	1095727.7	63.0	23.5	2.9	235.9	56.2
8	1095727.7	63.0	19.5	2.1	143.9	66.7
9	1018762.2	58.6	19.5	2.1	143.9	66.7
10	958525.1	55.1	19.5	2.1	143.9	66.7
11	958525.1	55.1	19.5	2.1	143.9	66.7
12	958525.1	55.1	15.0	1.0	53.5	83.2
13	863128.5	49.7	15.0	1.0	53.5	83.2
14	791525.5	45.5	15.0	1.0	53.5	83.2
15	791525.5	45.5	15.0	1.0	53.5	83.2

En la Tabla 4.11 se marcan cuatro cambios de sección transversal de los contravientos, para garantizar que no haya cambios bruscos de rigidez lateral del entrepiso. Este cambio se hizo considerando un incremento constante entre secciones, el cual se calcula de la siguiente forma:

$$\Delta A_{cont} = \frac{A_{cont}^1 - A_{cont}^{12}}{3} \therefore \frac{317.4 - 55.1}{3} = 87.4 \text{ cm}^2$$

Este incremento es aproximado, ya que el espesor de las placas de acero son las que rigen las dimensiones y la relación (B/t) de los contravientos.

XIII. Cálculo de la rigidez elástica de los disipadores de energía (K_{DDE}), se obtiene con la fórmula 4.18.

$$K_{DDE} = \beta K_{cont}^* \quad (4.18)$$

XIV. Cálculo de la inercia equivalente de los disipadores de energía (I_{disp}). Esta inercia equivalente sirve para determinar las propiedades geométricas del disipador y también facilita su modelado en los programas de análisis estructural. En este ejemplo se considera que la altura del disipador (H_{disp}) es igual a 50 cm y el ancho equivalente del disipador (B_{equi}) es igual a 25cm. La inercia equivalente se

calcula con la ecuación 4.19. En la Tabla 4.12 se presentan las propiedades de los disipadores de energía que se modelaron en los programas Etabs v9.6 (CSI 2005) y Drain-2DX (Prakash *et al* 1992).

$$I_{disp} = \frac{K_{DD} H_{disp}^3}{12E} \quad (4.19)$$

Tabla 4.12 Propiedades de disipadores de energía

Niveles	K_{EDD} kg/cm	I_{disp} cm ⁴	t_{cal} cm	t_{real} cm	Área cm ²	I_{real} cm ⁴	A_v cm ²	V_u ton	M_u ton-cm
N1-N3	338713.6	17304.7	20.3	20.3	508.0	17479.5	406.4	186.9	9343.6
N4-N7	256311.0	13094.8	18.5	18.4	460.4	13009.9	368.3	164.3	8213.6
N8-N11	156361.1	7988.4	15.7	15.7	392.9	8087.3	314.3	116.7	5836.8
N12-N15	58141.0	2970.4	11.3	11.3	281.8	2983.1	225.4	44.7	2233.6

- XV. Distribución del cortante basal total (V_{total}) por entrepiso. Se hace como lo indica el punto V de la metodología. Para esta etapa se calcula nuevamente el peso propio de la estructura, considerando el peso de los contravientos más el peso de los disipadores de energía. Por lo tanto, el peso total de la estructura (W_{total}) es igual a 8281.1 ton, con este valor se calcula nuevamente el cortante basal total y se redistribuye en cada entrepiso, como se indica en la Tabla 4.13.

$$V_{total} = 0.1W_{total} = 0.1(8281.1ton) = 828.1 ton$$

Tabla 4.13 Distribución de cortante basal total por entrepiso

Nivel Arquitect.	Nivel Modelo	H m	Área m ²	Carga kg/m ²	Carga kg/m ²	Carga kg/m ²	Peso ton	Carga ton	W ton	W H ton-m	F ton	V _x ton
AZOTEA	60.00		768.0	336	100	70	190.8	311.8	502.7	30159.0	95.8	
		4.00										95.8
N14	56.00		768.0	270	250	180	190.8	345.6	536.4	30040.8	95.4	
		4.00										191.2
N13	52.00		768.0	270	250	180	190.8	345.6	536.4	27895.0	88.6	
		4.00										279.7
N12	48.00		768.0	270	250	180	200.5	345.6	546.1	26215.1	83.2	
		4.00										363.0
N11	44.00		768.0	270	250	180	200.5	345.6	546.1	24030.5	76.3	
		4.00										439.3
N10	40.00		768.0	270	250	180	200.5	345.6	546.1	21845.9	69.4	
		4.00										508.7
N9	36.00		768.0	270	250	180	200.5	345.6	546.1	19661.3	62.4	
		4.00										571.1
N8	32.00		768.0	270	250	180	212.5	345.6	558.1	17860.5	56.7	
		4.00										627.8
N7	28.00		768.0	270	250	180	212.5	345.6	558.1	15628.0	49.6	
		4.00										677.5
N6	24.00		768.0	270	250	180	212.5	345.6	558.1	13395.4	42.5	
		4.00										720.0
N5	20.00		768.0	270	250	180	212.5	345.6	558.1	11162.8	35.4	
		4.00										755.4
N4	16.00		768.0	270	250	180	226.5	345.6	572.1	9153.7	29.1	
		4.00										784.5
N3	12.00		768.0	270	250	180	226.5	345.6	572.1	6865.3	21.8	
		4.00										806.3
N2	8.00		768.0	270	250	180	226.5	345.6	572.1	4576.9	14.5	
		4.00										820.8
N1	4.00		768.0	270	250	180	226.5	345.6	572.1	2288.4	7.3	
		4.00										828.1
			11520.0				3130.9	5150.2	8281.1	260778.6		

- XVI. Análisis estructural del edificio con el sistema contraviento-disipador. Se realiza considerando todas las combinaciones de carga que indican las normas vigentes y multiplicadas por sus respectivos factores de carga.

$$1.4(W_{pp} + W_{cm} + W_{max}) \quad (4.20)$$

$$1.1(W_{pp} + W_{cm} + W_{acc} + S_x \pm 0.3S_y) \quad (4.21)$$

$$1.1(W_{pp} + W_{cm} + W_{acc} + S_y \pm 0.3S_x) \quad (4.22)$$

- XVII. Diseño del sistema contraviento-disipador y revisión de elementos estructurales del marco de acero.

a) Fuerza cortante de diseño de los disipadores de energía, es la mayor de los siguientes criterios:

- La fuerza cortante máxima del análisis en cada disipador de energía sin el factor de carga.
- La fuerza cortante calculada con la ecuación 4.23, donde N_{disp} es el número de disipadores en el entrepiso, N_{cd} es el número de marcos con disipadores y N_m es el número de marcos sin disipadores.

$$V_{disp} = \frac{V_{cd}}{N_{disp}} \therefore \frac{V_{total}}{N_{disp}(N_{cd} + \alpha N_m)} \quad (4.23)$$

$$V_{ud} = V_{yd} [1 + \eta(\mu_d - 1)] \quad (4.24)$$

Tabla 4.14 Cortante de diseño de los disipadores de energía

Nivel	V_{cd} ton	V_{disp} ton	V_{etabs} ton	V_{yd} ton	V_{ud} ton
N1-N3	276.0	138.0	186.9	186.9	186.9
N4-N7	261.5	130.8	164.3	164.3	164.3
N8-N11	209.3	104.6	116.7	116.7	116.7
N12-N15	121.0	60.5	44.7	60.5	60.5

Con estos valores se completan las especificaciones mecánicas del disipador de energía para las distintas secciones y se verifica que cumplan con las disposiciones reglamentarias correspondientes.

- b) Para el diseño de los contravientos se usa la fuerza cortante última del disipador de energía, multiplicada por el factor de carga correspondiente. Los contravientos de los marcos siguen la filosofía de viga fuerte-contraviento débil. Para garantizar esta condición, deben cumplir las disposiciones indicadas en el diseño de vigas y los incisos 3.2.2, 6.2.3.2 y 6.2.3.4 de las NTCM-2004. Para el diseño de los contravientos se consideró acero ASTM A36 con esfuerzo de fluencia igual a 2530 kg/cm².

$$P_{cont} = \frac{V_{ud} F_C}{2 \cos \theta} \quad (4.25)$$

$$R_C = \frac{F_R F_y A_{cont}^*}{\sqrt[n]{1 + \frac{2n - 0.15^{2n}}{2n}}} \leq F_R F_y A_{cont}^* \quad (4.26)$$

En la Tabla 4.15 se observa que los contravientos cumplen por mucho las solicitaciones de diseño, por lo que se puede ver que estos elementos siempre estarán dentro del intervalo elástico.

Tabla 4.15 Revisión de contravientos

Nivel	V_{ud} ton	P_{cont} ton	KL/r	B/t	R_c ton	R_t ton
N1-N3	205.6	145.4	54.1	4.8	608.2	710.0
N4-N7	180.7	127.8	56.2	6.2	453.0	537.2
N8-N11	128.4	90.8	66.7	7.4	252.7	327.7
N12-N15	66.5	47.1	83.2	13.7	79.5	121.9

- c) Para la revisión de las vigas de los marcos con el sistema contraviento-disipador, se debe tomar en cuenta la fuerza vertical de desbalance que es producida por las fuerzas resistentes de los contravientos y se calcula con la ecuación 4.27. Por lo tanto, las vigas interceptadas por contravientos deben seguir la filosofía de viga fuerte-contraviento débil. Para garantizar esta condición, se deben satisfacer los requisitos del inciso 6.2.3.4 de las NTCM-2004, y también lo indicado en el inciso VII-a (página 54) de este procedimiento.

$$P_v = (P_t - 0.3P_c) \sin \theta \quad (4.27)$$

$$V_p = \frac{M_{p1} + M_{p2}}{L'} + \frac{w_u L'}{2} + \frac{P_v L'}{2} \quad (4.28)$$

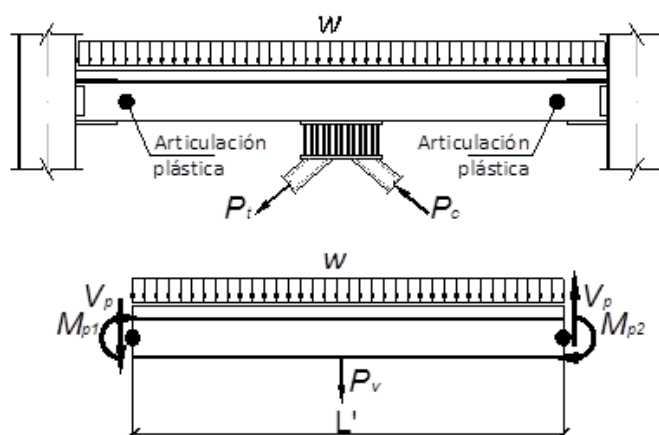


Figura 4.10 Fuerza cortante de diseño en viga para el sistema contraviento-disipador

Tabla 4.16 Resistencia a flexión y corte de vigas

Sección in x lb/ft	Niveles	Z_v cm ³	A_a cm ²	M_R ton-m	V_p ton	V_r ton	OBS
W 21 x 93	N1-N4	3622	73.8	114.6	122.2	128.3	OK
W 21 x 83	N5-N8	3212	65.7	101.6	108.4	114.3	OK
W 21 x 73	N9-N12	2819	58.2	89.2	86.2	101.2	OK
W 21 x 62	N13-N15	2360	51.2	74.7	55.4	89.1	OK

- d) Para la revisión de las columnas, se debe tomar en cuenta la nueva configuración estructural y satisfacer la ecuación 4.29.

$$\frac{P_u}{R_c} + \frac{M_{uox}^*}{M_{rx}} + \frac{M_{uoy}^*}{M_{ry}} < 1 \quad (4.29)$$

- e) La revisión de las conexiones se hace nuevamente como lo indica el punto VII-c (página 55), pero ahora las fuerzas que actúan en la zona del panel se incrementan debido a los componentes vertical y horizontal de la fuerza de los contravientos.

Tabla 4.17 Revisión de la conexión viga-columna

Niveles	A_c cm ²	P_{uc} ton	$\sum M_{pc}^*$ ton-m	$1.1R_y M_{pv}$ ton-m	M_v ton-m	$\sum M_{pv}^*$ ton-m	$\frac{\sum M_{pc}^*}{\sum M_{pv}^*}$	OBS
N1-N3	720.3	1144.0	787.3	152.2	149.0	602.4	1.3	OK
N4	720.3	764.3	939.5	152.2	127.0	558.4	1.7	OK
N5-N7	626.9	652.7	883.4	135.0	120.9	511.8	1.7	OK
N8	626.9	361.9	972.0	135.0	95.5	461.0	2.1	OK
N9-N11	532.6	295.6	901.8	118.8	89.7	416.9	2.2	OK
N12	532.6	133.0	907.8	118.8	63.3	364.1	2.5	OK
N13-N15	437.6	96.31	828.0	99.06	56.6	311.3	2.7	OK

Tabla 4.18 Revisión por cortante en la zona de panel

Niveles	H_v cm	t_p cm	Z_v cm ³	M_p ton-m	B_c cm	t_c cm	V_{uc} ton	V_r ton	OBS
N1-N3	54.9	2.36	3622	127.3	78.0	2.4	608.8	691.0	OK
N4	54.9	2.36	3622	127.3	78.0	2.4	598.8	691.0	OK
N5-N7	54.4	2.12	3212	112.9	78.0	2.1	541.2	594.3	OK
N8	54.4	2.12	3212	112.9	78.0	2.1	520.2	594.3	OK
N9-N11	53.9	1.88	2819	99.1	78.0	1.7	463.3	498.8	OK
N12	53.9	1.88	2819	99.1	78.0	1.7	433.4	498.8	OK
N13-N15	53.3	1.56	2360	83.0	78.0	1.4	397.0	404.8	OK

Después de haber realizado la revisión de la estructura con disipadores de energía, se observa que se cumple con los requisitos de resistencia que indican las NTCM-2004. Para corroborar el comportamiento de los elementos estructurales de acuerdo con el diseño por capacidad, se realiza el análisis estático no lineal en el programa Drain-2DX (Prakash *et al* 1992), para un marco con el sistema contraviento-disipador de la dirección larga. En la Figura 4.11 se muestra el modelo estructural analizado por el programa Drain-2DX (Prakash *et al* 1992). Los resultados del análisis no lineal se presentan a continuación en el siguiente orden:

- 1) Curvas de fuerza cortante contra desplazamiento de los disipadores de energía, Figuras 4.12a y 4.12b.
- 2) Curvas de capacidad de cada entrepiso, Figuras 4.13a y 4.13b.
- 3) Curva de capacidad global calculada e idealizada, Figura 4.14.
- 4) Envolvente de distorsiones de entrepisos para los estados límites de servicio (Δ_y) y colapso (Δ_u), Figura 4.15.
- 5) Mapa de demandas inelásticas, Figura 4.16.

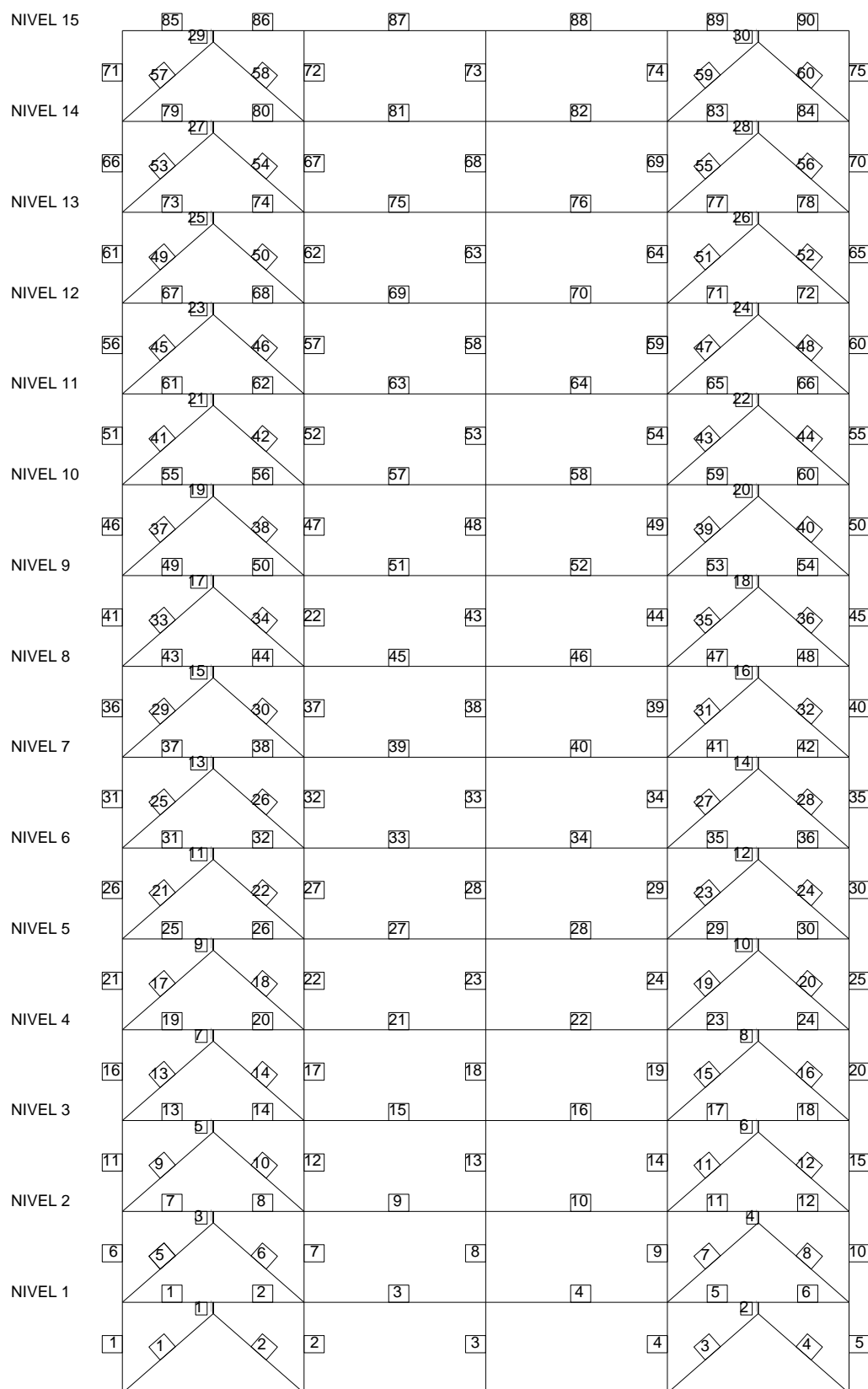


Figura 4.11 Convención numérica de elementos por grupo utilizada en programa Drain-2DX (Prakash *et al* 1992)

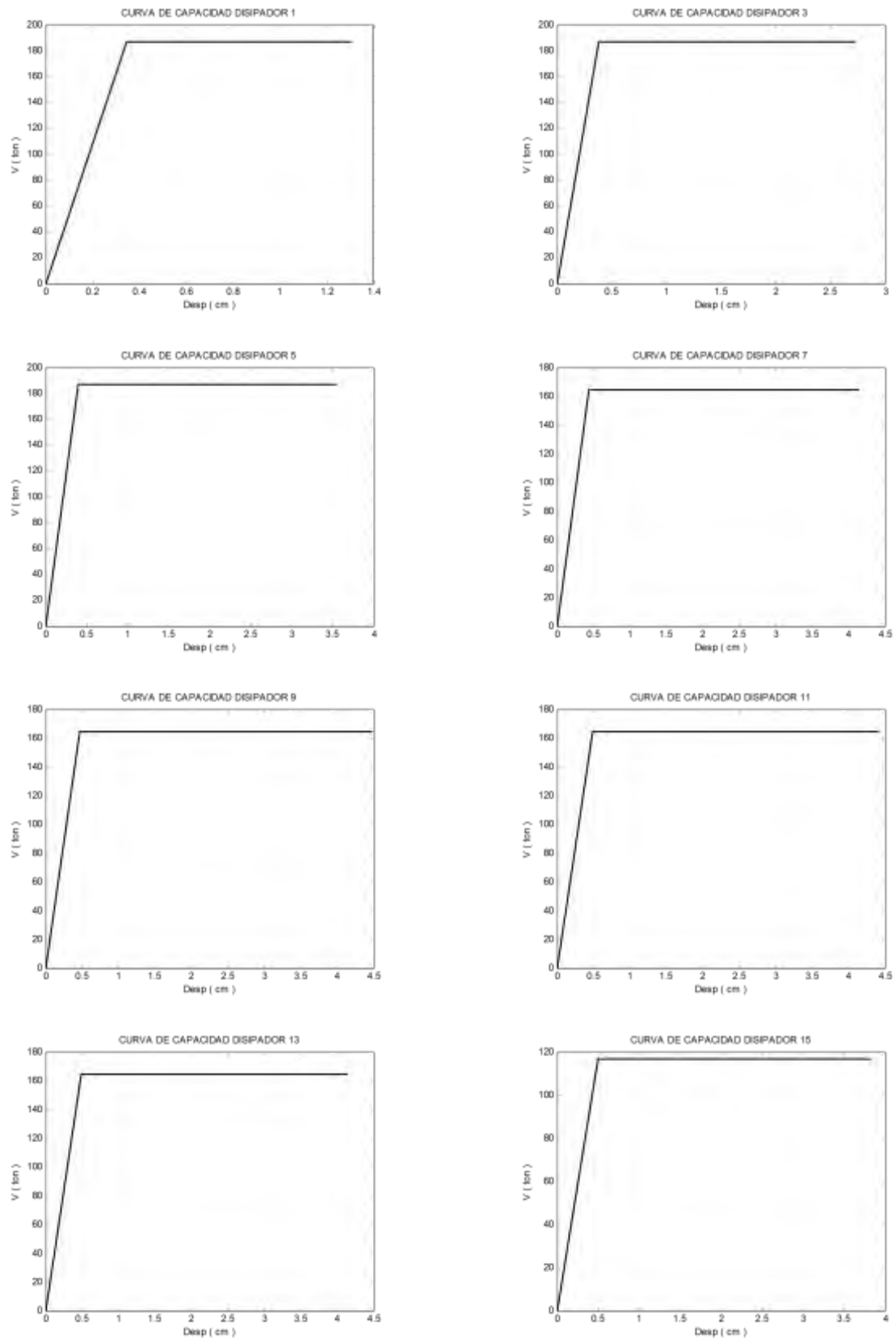


Figura 4.12a Curvas de fuerza cortante contra desplazamiento de los disipadores de energía

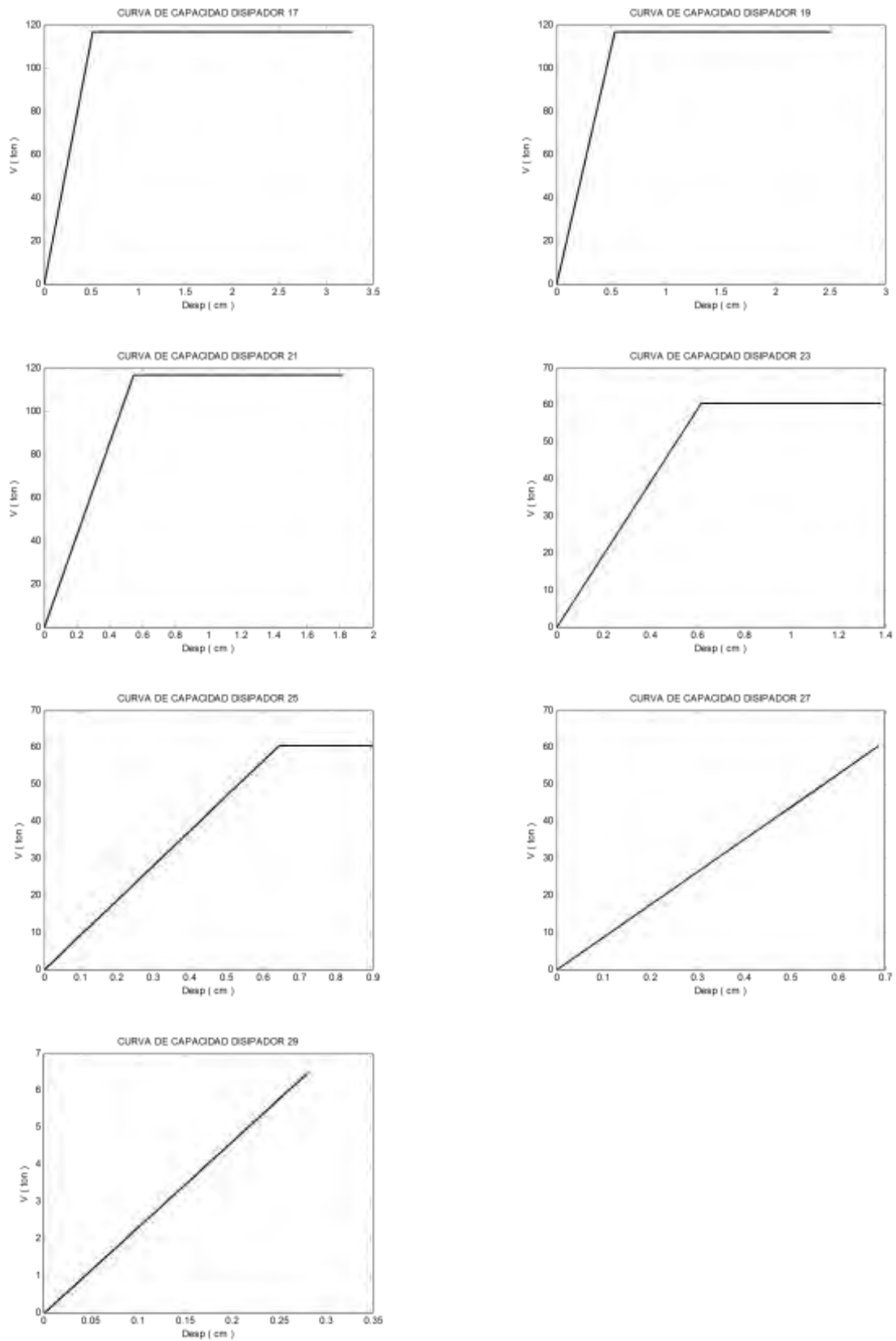


Figura 4.12b Curvas de fuerza cortante contra desplazamiento de los disipadores de energía

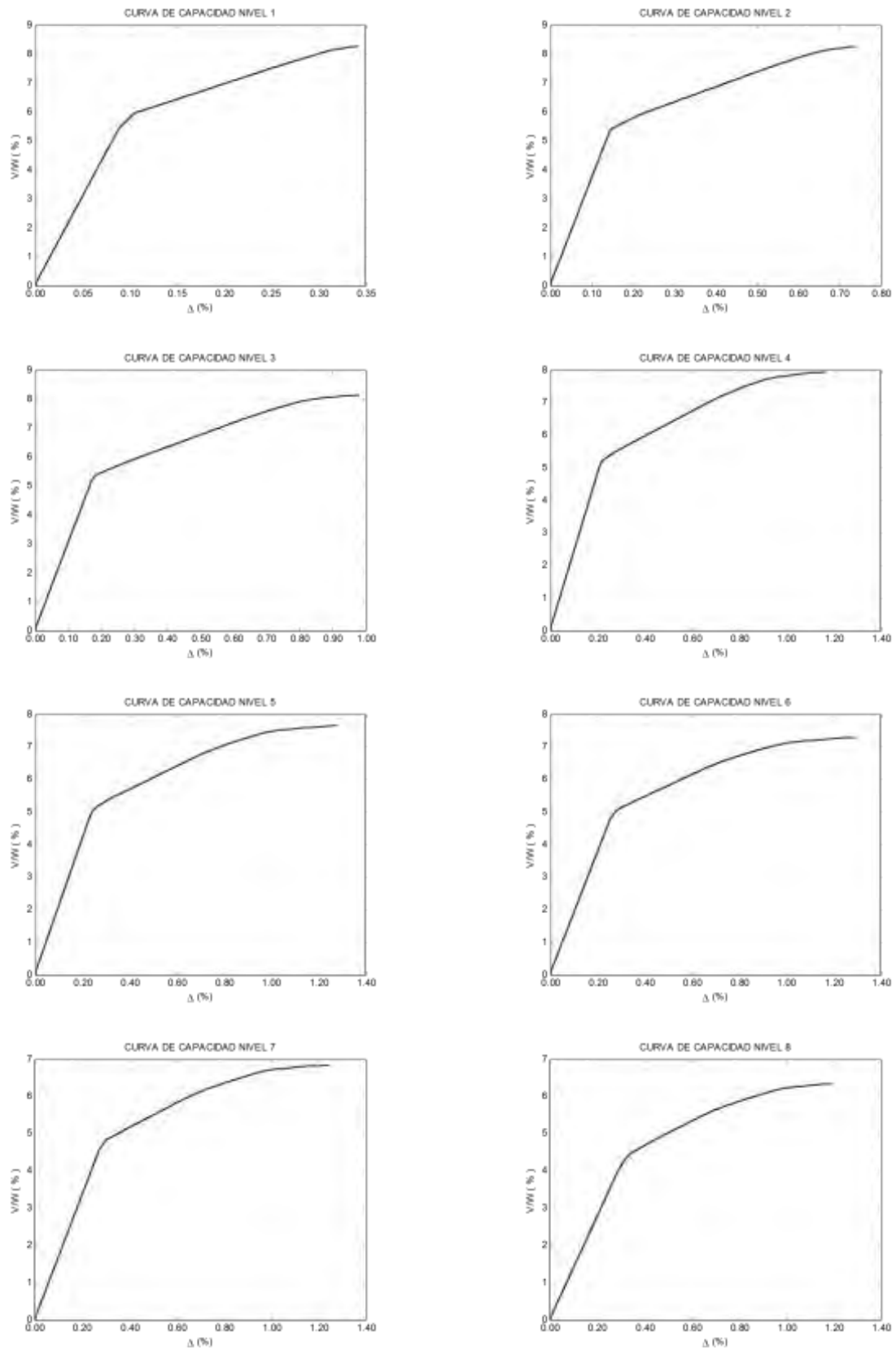


Figura 4.13a Curvas de capacidad de cada entresijos

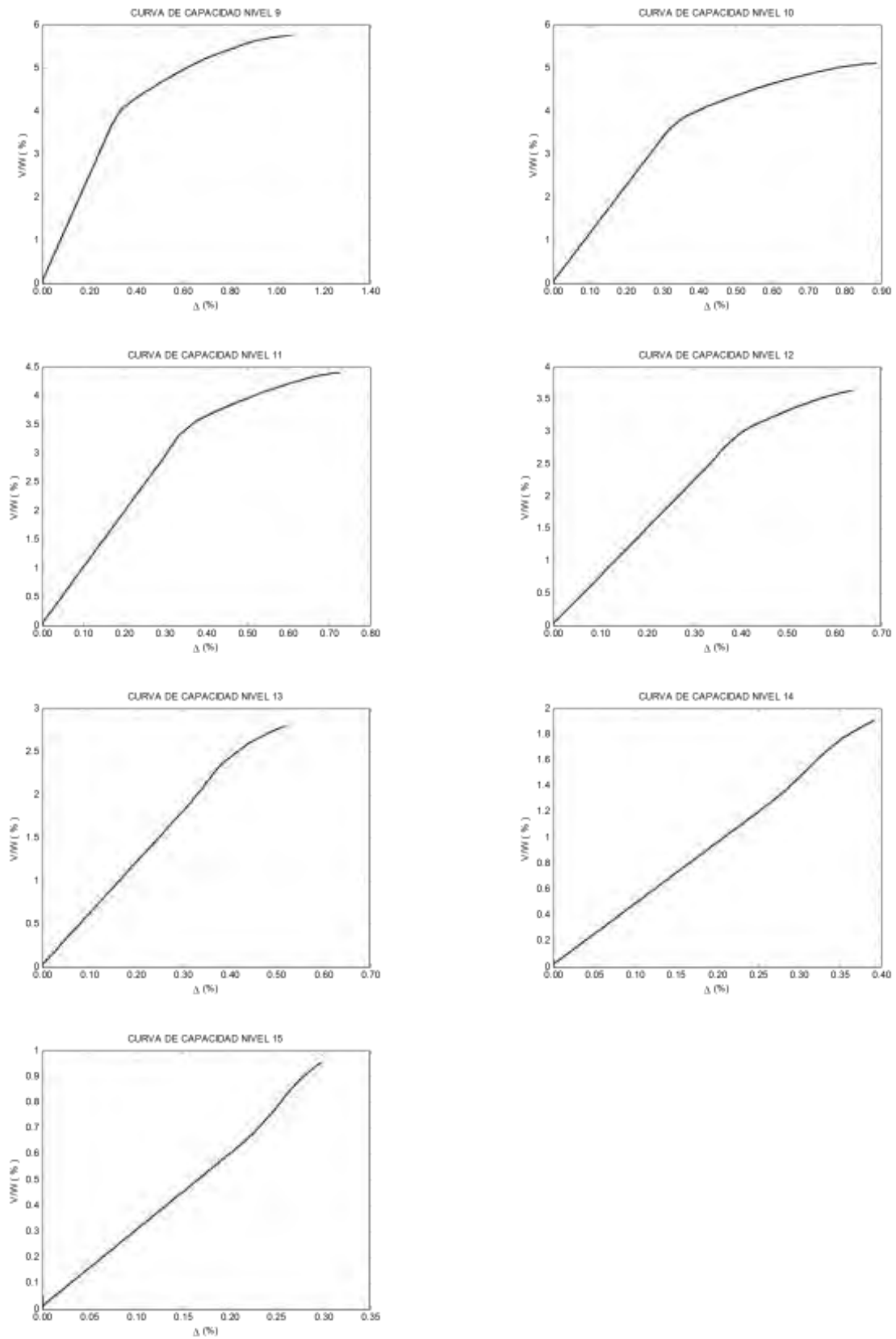


Figura 4.13b Curvas de capacidad de cada entrepisos

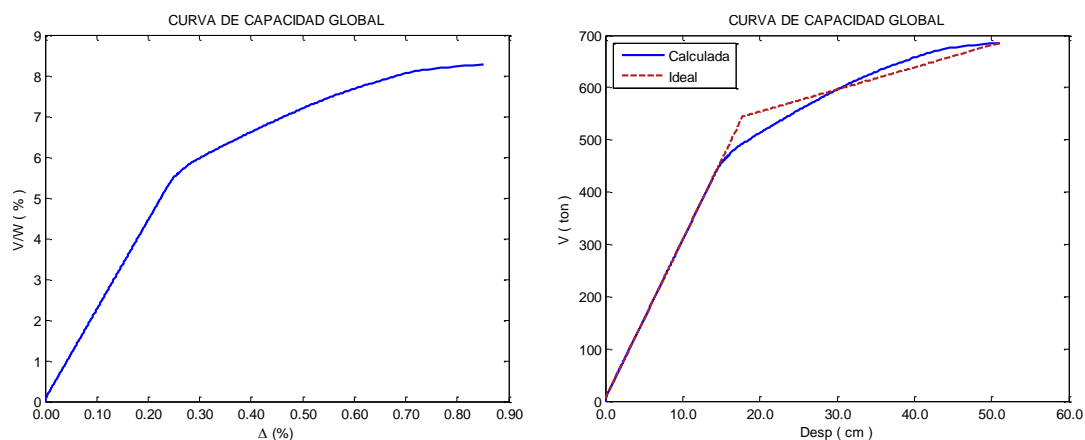


Figura 4.14 Curvas de capacidad global y curva global idealizada

Los factores de reducción del espectro de respuesta se obtienen de la curva idealizada, Figura 4.14, la ductilidad global calculada es igual a 2.9 ($Q=3$) y el factor de sobrerresistencia es igual a 2.5 ($R=2.5$).

Las distorsiones de entrepiso para cada nivel se muestran en la Tabla 4.19, como se observa estas no exceden, los valores que se establecen en el Apéndice A de las NTCS-2004, para marcos de acero con contravientos concéntricos, pero si exceden los valores de la sección 1.8 de las NTCS-2004, que es igual a 1.2% (0.012). En la Figura 4.15 se muestra la envolvente de distorsiones de entrepiso para los estados límites de servicio y último o colapso.

Tabla 4.19 Distorsiones de fluencia y últimas para cada entrepiso

Nivel	Δ_y %	Δ_u %
1	0.11	0.34
2	0.22	0.74
3	0.28	0.98
4	0.32	1.17
5	0.33	1.28
6	0.32	1.29
7	0.32	1.24
8	0.36	1.19
9	0.36	1.07
10	0.33	0.89
11	0.32	0.72
12	0.35	0.64
13	0.33	0.52
14	0.29	0.39
15	0.23	0.30

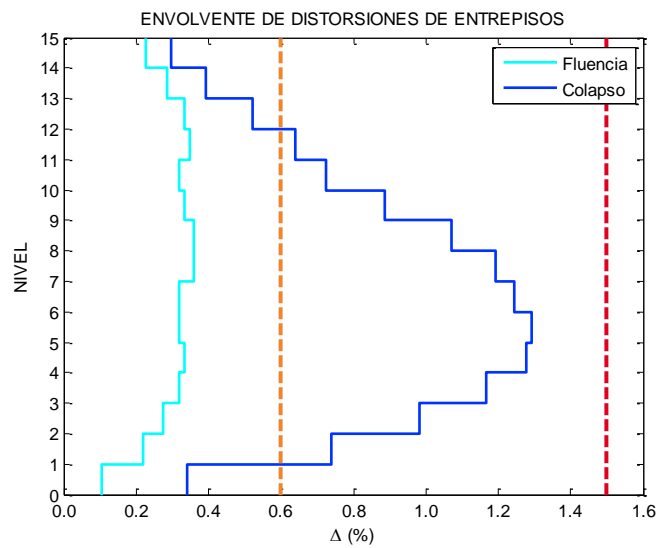


Figura 4.15 Envoltura de distorsiones de fluencia y colapso de los entrepisos

En la Figura 4.16 se observa que únicamente los disipadores de energía tienen comportamiento inelástico, mientras que los demás elementos estructurales no presentan fluencias, es decir, tienen un comportamiento elástico. Por lo tanto, el diseño estructural con la metodología propuesta cumple con los objetivos de diseño o “desempeño” de este trabajo de investigación.

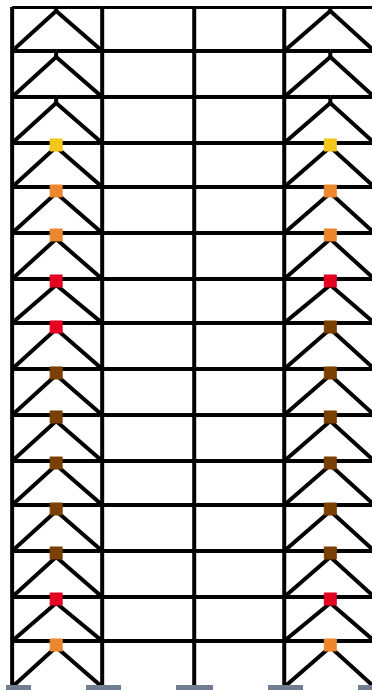


Figura 4.16 Mapa de demandas inelásticas de marco de 15 niveles con disipadores de energía

CAPÍTULO 5. PARÁMETROS DE DISEÑO SÍSMICO PARA MARCOS DE ACERO CON DISIPADORES DE ENERGÍA HISTERÉTICOS

5.1 Ductilidad recomendada para los disipadores de energía (μ_d)

Este capítulo está enfocado en presentar los parámetros de diseño sísmico para los edificios de acero con disipadores de energía histeréticos, de acuerdo con la metodología y las adecuaciones para su diseño. Se usaron distintas combinaciones de los contrastes de rigidez entre el marco y el sistema contraviento-disipador (α), la relación de rigidez entre contraviento y disipador (β) y la pendiente posterior a la fluencia del disipador (K_2).

En el contexto de la ingeniería estructural, un material dúctil es aquel que tiene la capacidad de sufrir grandes deformaciones inelásticas sin perder su resistencia. Por lo tanto, la ductilidad se define como la habilidad de un material de deformarse plásticamente sin presentar falla o fractura alguna (Bruneau *et al.* 1998).

Cuando los disipadores histeréticos están sometidos a una excitación externa (sismo o viento) las placas de acero en el dispositivo se deforman, debido al momento generado por la fuerza cortante de entrepiso del edificio. El ciclo de histéresis de los dispositivos metálicos se obtiene cuando la deformación de las placas es suficientemente grande a la fluencia (Masahiko y Shin 2006). Una curva típica de un dispositivo metálico por histéresis se puede representar como un modelo bilineal, el cual describe la relación entre la fuerza cortante y la deformación del disipador, como se muestra en la Figura 5.1.

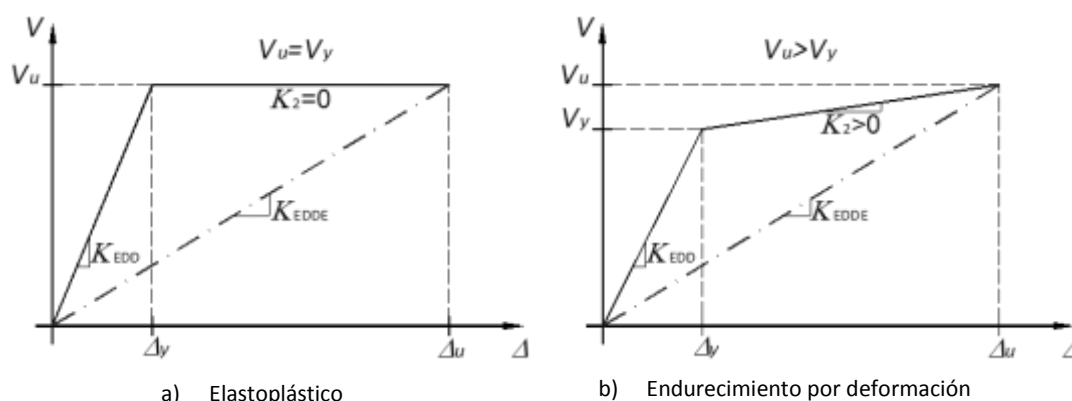


Figura 5.1 Curvas de fuerza cortante-deformación con comportamiento bilineal para disipadores histeréticos (Tena 2000)

Los parámetros usados para el diseño y análisis no lineal de los disipadores histeréticos son:

K_{EDD}	rigidez elástica inicial
K_{EDDE}	rigidez efectiva
K_2	rigidez posterior a la fluencia
V_y	fuerza cortante de fluencia
V_u	fuerza cortante última
Δ_y	es la deformación de fluencia
Δ_u	es la deformación última

En ensayos experimentales se ha observado que los dispositivos ADAS son capaces de desarrollar demandas locales de ductilidad, del orden de 10 ($\Delta_u = 10\Delta_y$), sin sufrir degradación en su resistencia, por lo que este valor debe ser tomado en cuenta como indicador de la deformación que debe tolerarse para fines de diseño. Los resultados de los ensayos experimentales presentados por Tsai y colaboradores muestran que los dispositivos TADAS son capaces de desarrollar demandas de ductilidad locales del orden de 8 ($\Delta_u = 8\Delta_y$), antes de que se presente el endurecimiento por deformación, y de 10 ($\Delta_u = 10\Delta_y$), cuando se presenta el endurecimiento por deformación, por lo que este intervalo puede ser tomado como indicador de la deformación que debe tolerarse para fines de diseño (Tena-Colunga 2000).

Con base en lo anterior, para este trabajo de investigación la ductilidad local o de diseño, se consideró de $\mu_d = 10$, para todos los disipadores de energía histeréticos. La ductilidad de los disipadores se obtiene de la relación entre la deformación última y la de fluencia, como indica la ecuación 5.1.

$$\mu_d = \Delta_u / \Delta_y \quad (5.1)$$

Para determinar la ductilidad del dispositivo se utilizó la curva de capacidad $V-\Delta$. Como se muestra en la Figura 5.2, esta curva representa su intervalo elástico en color blanco y acotado con la relación $\Delta/\Delta_y \leq 1$, y para valores entre $1 < \Delta/\Delta_y \leq 10$, se define el intervalo inelástico, el cual se divide en cuatro subintervalos, representados con la escala de colores cálidos, estos tienen un ancho de $\Delta/\Delta_y = 2.5$; para los tres últimos segmentos y de 1.5 para el primero, con la finalidad de facilitar su interpretación en los mapas de demandas inelásticas; la ductilidad del disipador se representa con un cuadro de color, según sea la deformación, como se muestra en la Figura 5.3.

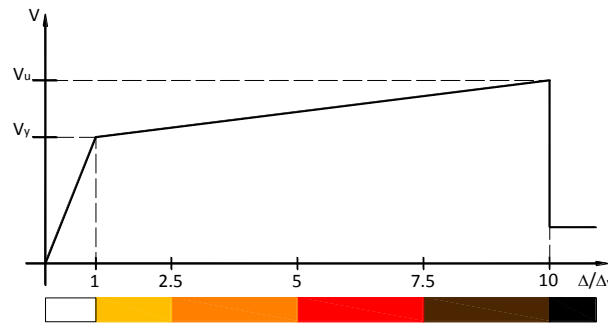


Figura 5.2 Curva de capacidad de disipador (Comportamiento dúctil)

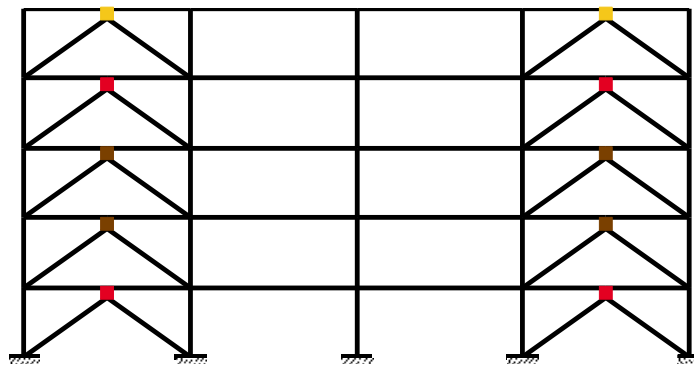
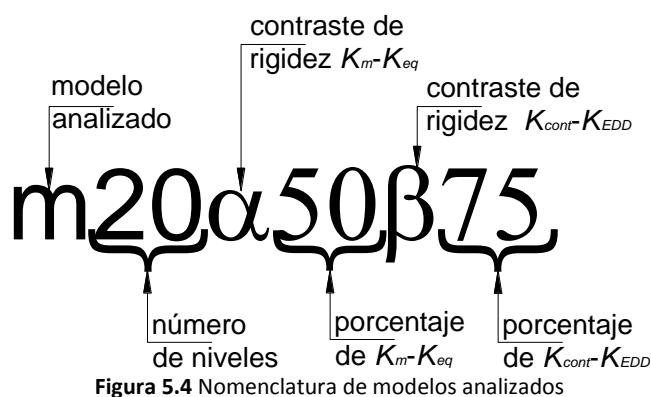


Figura 5.3 Mapa de demandas inelásticas de modelo $m5\alpha50\beta75$ con $K_2=5\%$ y $\theta=40^\circ$

Con la finalidad de identificar los resultados de los modelos analizados en las gráficas y tablas que se presentan en este capítulo, se definió la siguiente nomenclatura, como se muestra en la Figura 5.4.



El ejemplo de la Figura 5.4 se interpreta como: modelo de 20 niveles, con un contraste de rigidez entre el marco y el sistema contraviento-disipador del 50% y con relación de rigidez entre contraviento y disipador del 75%. Además, en las gráficas comparativas se presentan tres casos para la pendiente posterior a la fluencia de los disipadores, cuando $K_2=0$ el dispositivo tiene un comportamiento elastoplástico perfecto (Figura 5.1a) y cuando hay endurecimiento por deformación considerando los valores de $K_2=3\%$ y 5% de la rigidez inicial (Figura 5.1b), de acuerdo con las pruebas experimentales reportadas y textos correspondientes.

En la Figura 5.5 se muestra de manera esquemática el cambio de sección de columnas, vigas, contravientos y disipadores de energía para los modelos de 5 niveles; además se observa que no coincide el cambio de sección entre el marco y el sistema contraviento disipador, esto con la finalidad de evitar altas concentraciones de fuerza cortante en estas zonas, debido al cambio brusco de la rigidez lateral de todo el sistema sismorresistente. Este criterio fue usado para todos los modelos estudiados en este trabajo de investigación.

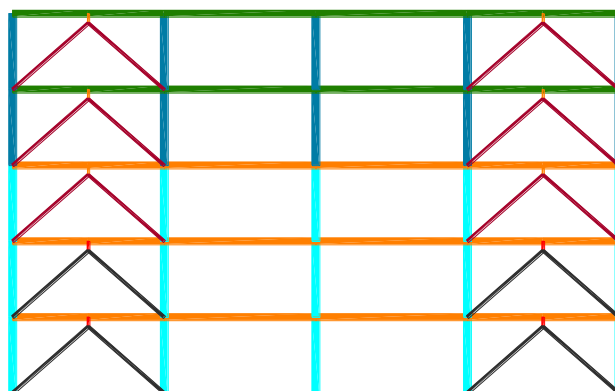


Figura 5.5 Modelo de 5 niveles, representación esquemática de cambio de secciones

Para los modelos de 5 niveles, se observa de manera general en las gráficas siguientes, que el valor de la ductilidad de diseño se presenta en los niveles 2 y 3, esto se debe a que en éstos se presentan las distorsiones máximas de entrepiso y cambio de rigidez en el marco (cambio de sección transversal de columnas y vigas) o sistema contraviento-disipador.

En las Figuras 5.6 y 5.7 se muestran las ductilidades locales de los disipadores de energía para cada nivel, para la relación de $\alpha=25\%$, β variable y ángulos de contravientos ($\theta=40^\circ$ y 45°). Se aprecia la influencia de la pendiente posterior a la fluencia (K_2), en la ductilidad local (μ_d). Cuando K_2 es diferente de cero, la ductilidad del disipador es mayor ligeramente, como se observa en los niveles 4 y 5 de estas gráficas.

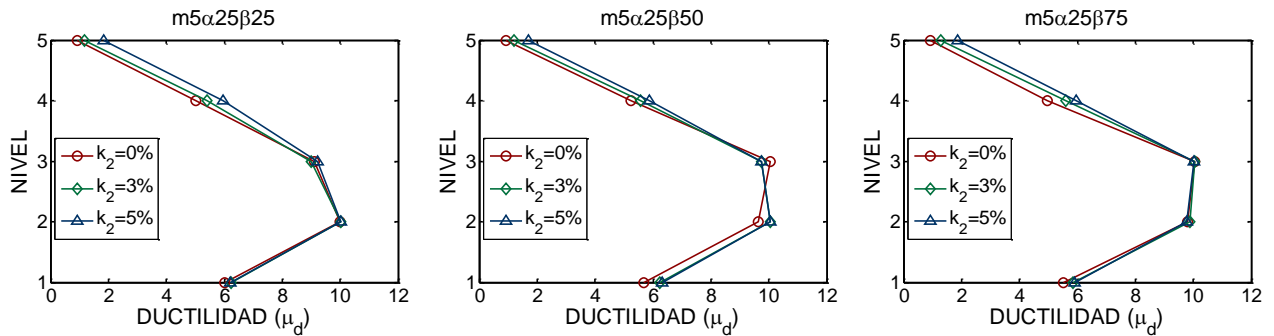


Figura 5.6 Demanda de ductilidades de los disipadores (μ_d) para marcos de 5 niveles, $\alpha=25\%$ y $\theta=40^\circ$

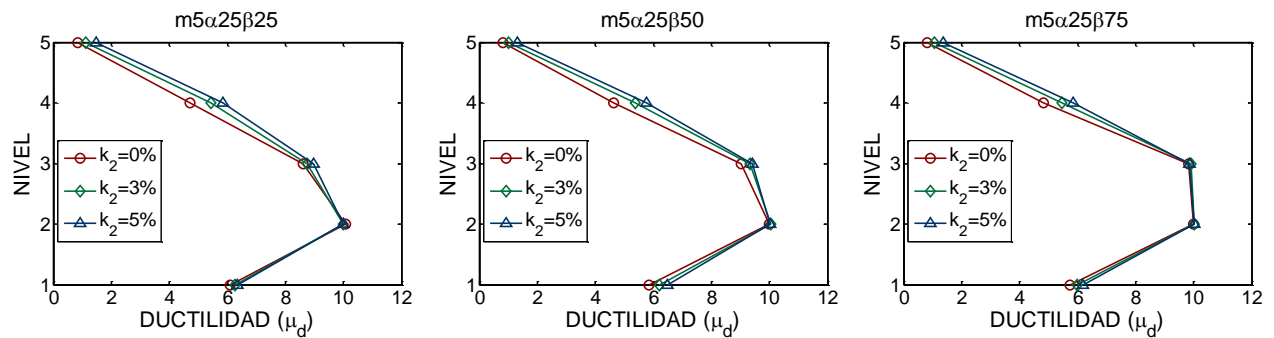


Figura 5.7 Demanda de ductilidades de los disipadores (μ_d) para marcos de 5 niveles, $\alpha=25\%$ y $\theta=45^\circ$

Para los modelos de 5 niveles, se observa que el parámetro α tiene una importante relación en la ductilidad de los disipadores, particularmente cuando este parámetro tiene valores entre $\alpha=50$ y 75% , como se observa en las Figuras 5.8a, 5.8b y 5.9, ya que la ductilidad local aumenta para los disipadores de los últimos niveles, debido a que el sistema contraviento-disipador es más flexible.

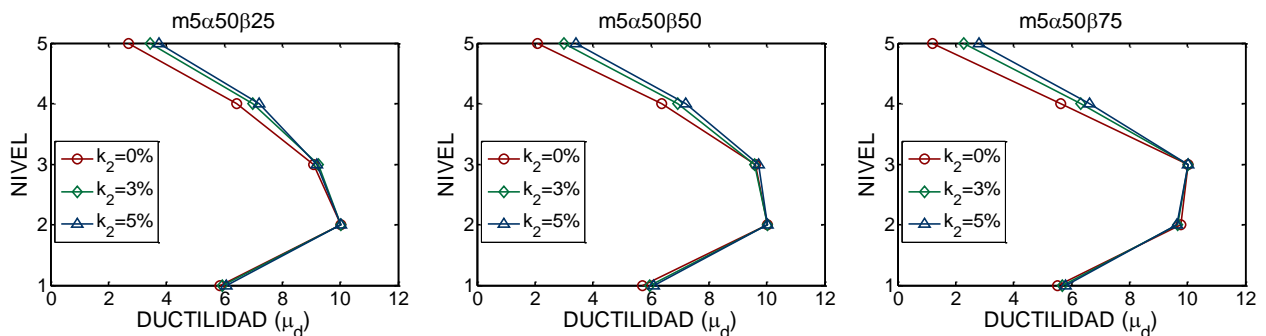


Figura 5.8a Demanda de ductilidades de los disipadores (μ_d) para marcos de 5 niveles, $\alpha=50\%$ y $\theta=40^\circ$

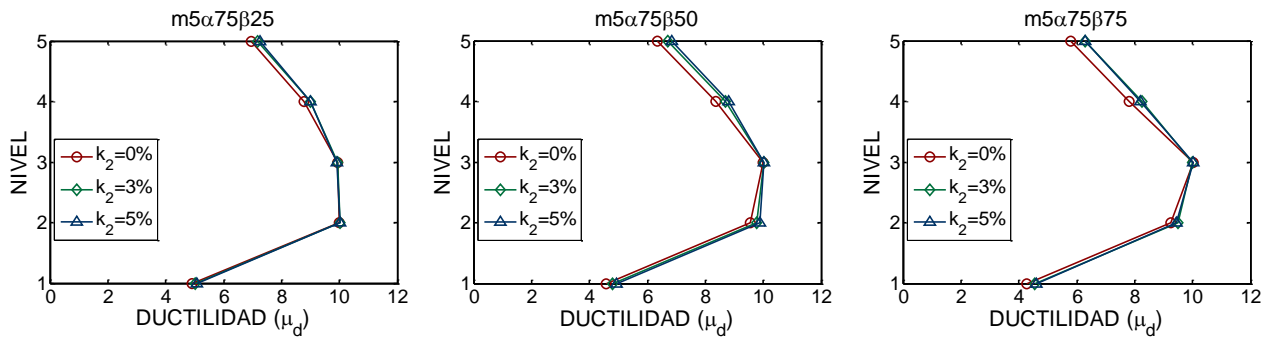


Figura 5.8b Demanda de ductilidades de los disipadores (μ_d) para marcos de 5 niveles, $\alpha=75\%$ y $\theta=40^\circ$

El comportamiento de la distribución de ductilidad de los disipadores por entrepiso varía, casi parabólicamente, de manera general cuando el disipador alcanza su ductilidad de diseño; la ductilidad local en los pisos superiores es menor que la ductilidad de los disipadores del primer nivel para las relaciones de $\alpha=25$ y 50% ; sin embargo, cuando $\alpha=75\%$ la ductilidad local de los últimos niveles es mayor que la ductilidad del primer nivel. Esto significa que los disipadores de los últimos niveles sufren mayor desplazamiento en comparación con los del primer nivel, debido a que el sistema contraviento-disipador es más flexible.

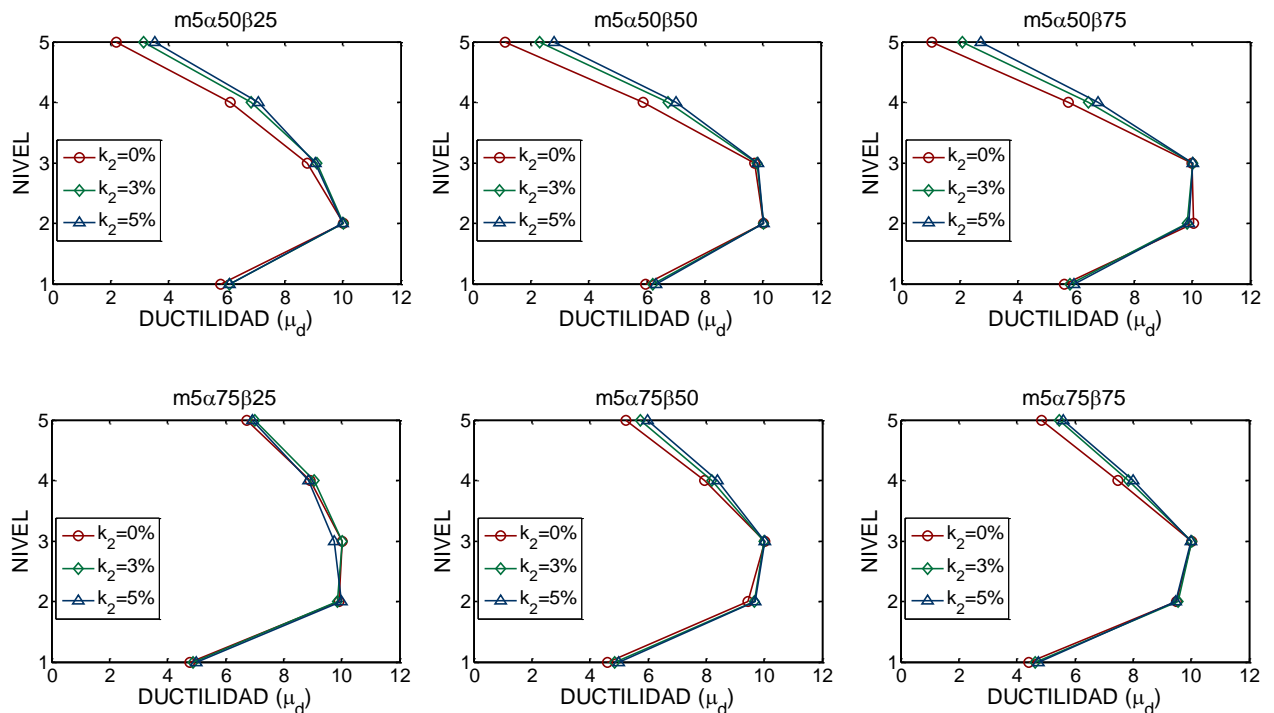


Figura 5.9 Demanda de ductilidades de los disipadores (μ_d) para marcos de 5 niveles, $\alpha=50\%$, $\alpha=75\%$ y $\theta=45^\circ$

Como se observa en las gráficas anteriores, otro parámetro que también influye en la ductilidad de los disipadores, pero en menor proporción en comparación con α , es la relación de rigidez elástica entre contraviento y disipador (β), ya que este parámetro tiene que ver con la rigidez del disipador, por lo que a menor valor de β la ductilidad local aumenta ligeramente en la mayoría de los casos.

Para los modelos de 10 niveles, en las Figuras 5.10 y 5.11 se observa un comportamiento similar en la distribución de ductilidades de los modelos de 5 niveles. Sin embargo, para los modelos de 10 niveles la ductilidad máxima se presenta en general en los primeros niveles (3 y 4), debido al cambio de rigidez del marco o sistema contraviento-disipador y a las distorsiones máximas de entrepiso en esta zona.

Además, se observa en algunos casos que la ductilidad local se mantiene constante, o con un ligero aumento, con respecto a la ductilidad del nivel inferior (nivel 6); este comportamiento se observa cuando $\beta=50$ y 75% , el incremento se debe al cambio de rigidez entre el marco y el sistema contraviento-disipador en este nivel, lo que provoca una mayor concentración en la fuerza cortante de los disipadores de energía, debido a que el sistema contraviento-disipador tiene mayor rigidez. Por lo tanto, los disipadores tienen una mayor deformación (aumenta la ductilidad) a causa de dicho efecto.

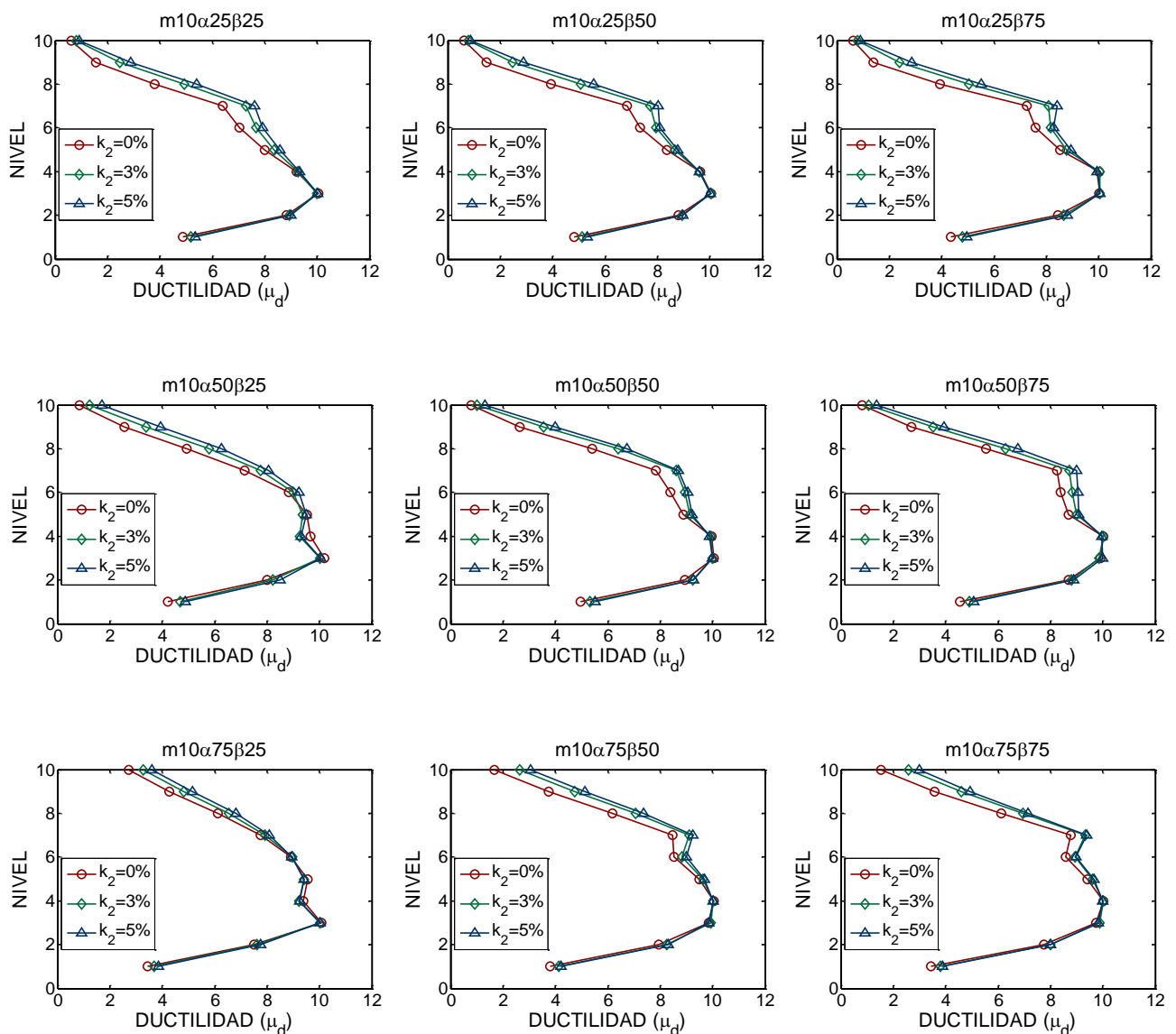


Figura 5.10 Demanda de ductilidades de los disipadores (μ_d) para marcos de 10 niveles y $\theta = 40^\circ$

Como se mencionó anteriormente, el parámetro β influye en la ductilidad de los disipadores, pero para modelos de 10 niveles, β tiene una ligera influencia en la ductilidad, a diferencia de los modelos de 5 niveles; esto se puede atribuir a que la rigidez de los marcos de acero es mayor, y por lo tanto, la rigidez de los disipadores también aumenta, haciendo que la ductilidad de los disipadores disminuya ligeramente, conforme se incrementa la relación de β , como se observa en la Figura 5.10. También se nota en las gráficas para $\alpha=25\%$ que la ductilidad de disipadores en el último nivel es menor o igual a 1, lo que significa que no hay deformación permanente en disipador, por lo tanto tienen un comportamiento elástico.

Los disipadores con $K_2 > 0$ son los que tienen menor rigidez inicial (K_{EDD}), y también menor capacidad de absorber energía en comparación con los disipadores que se diseñaron con $K_2 = 0$ menor área bajo la curva fuerza cortante-deformación (Figura 5.1). Sin embargo, la distorsión de entrepiso es menor en comparación con los disipadores que tienen un $K_2 = 0$, lo que implica que cuando $K_2 > 0$, hay mayor desplazamiento en los disipadores y el marco tiene menor número de elementos con deformaciones plásticas, como se observa en la Figura 5.21.

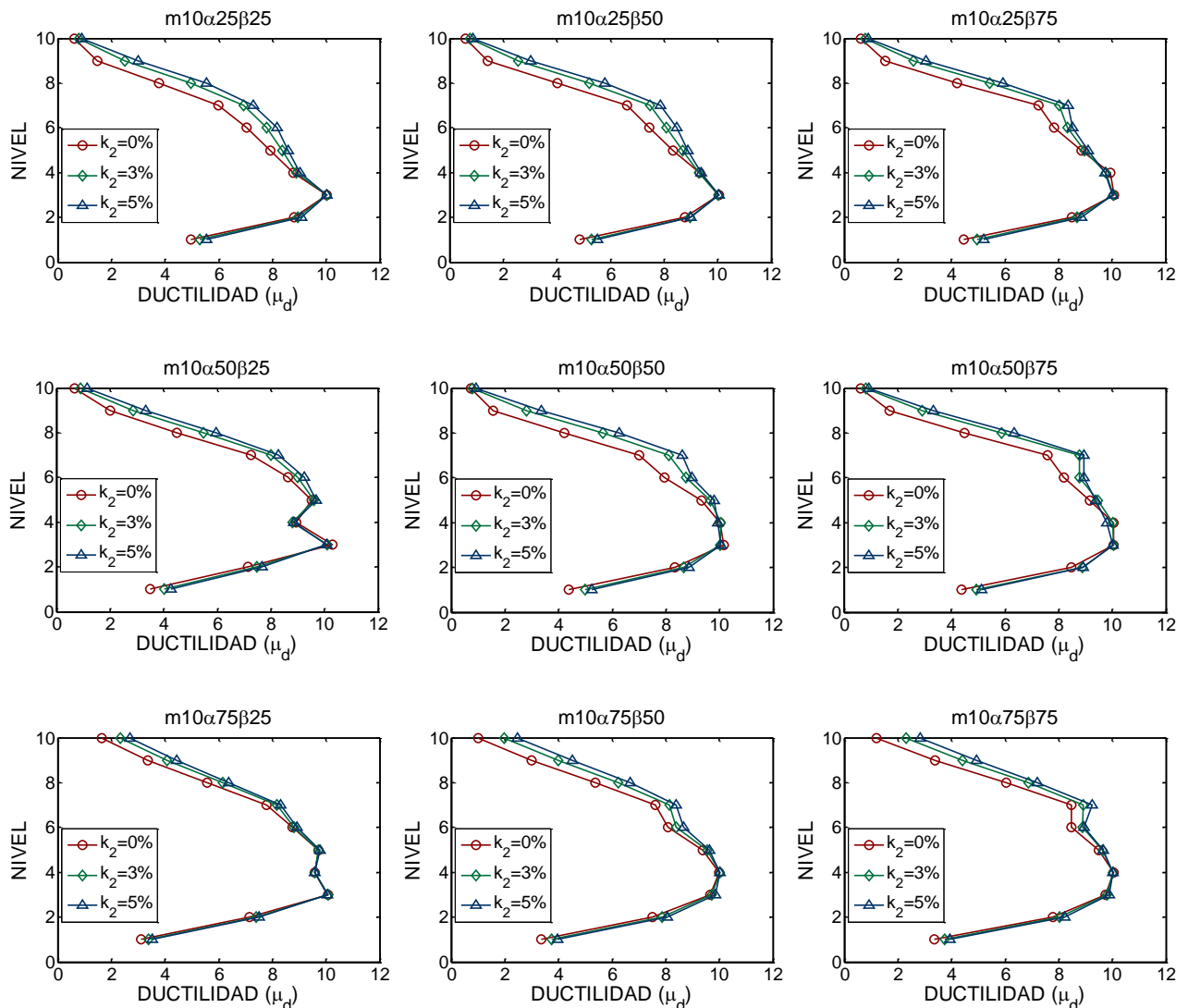


Figura 5.11 Demanda de ductilidades de los disipadores (μ_d) para marcos de 10 niveles y $\theta = 45^\circ$

Para los modelos de 15 niveles, en las Figuras 5.12 y 5.13 se observa, en todos los casos, un aumento en la ductilidad local con respecto a la ductilidad del nivel inferior inmediato. Esta variación se debe al cambio brusco en la rigidez entre el marco y el sistema contraviento-disipador para estos niveles. También se observa que al incrementar el valor de β , el nivel de la ductilidad en los disipadores aumenta en estos niveles, debido a que la rigidez del sistema contraviento-disipador es mayor en comparación con la rigidez lateral del marco en esta zona.

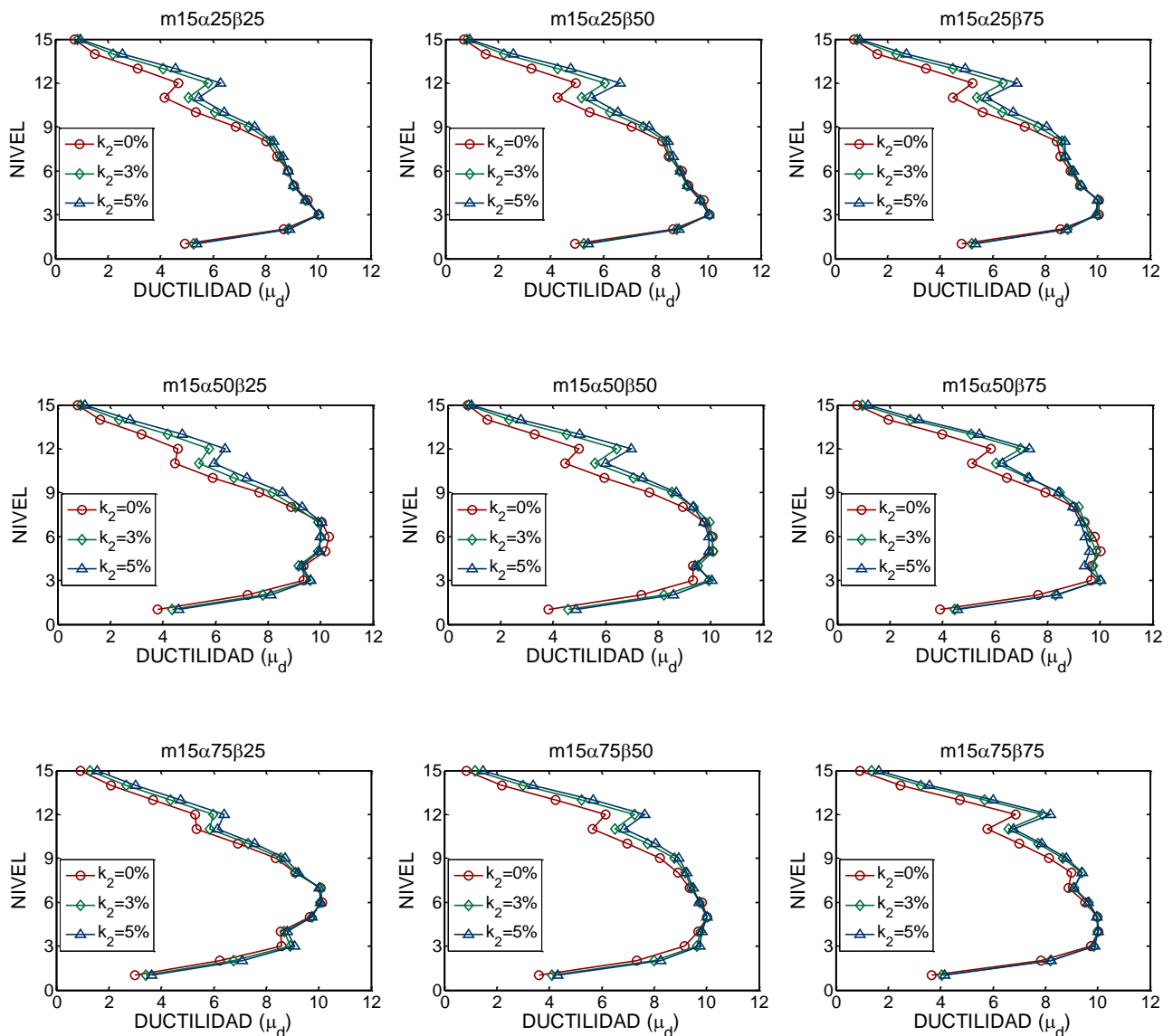


Figura 5.12 Demanda de ductilidades de los disipadores (μ_d) para marcos de 15 niveles y $\theta = 40^\circ$

Igualmente, se aprecia que el parámetro α influye en la distribución de la ductilidad de los disipadores, ya que cuando este parámetro aumenta, hay un mayor número de disipadores que se aproximan a su ductilidad de diseño (mayor deformación plástica), como se observa en los pisos intermedios de las gráficas de $\alpha=50$ y 75% (Figura 5.12). Como se mencionó anteriormente, al incrementar el valor de α , la rigidez del sistema contraviento-disipador es menor, lo que significa que el sistema contraviento-disipador es más flexible. Sin embargo, cuando la rigidez del sistema contraviento-disipador es grande,

como $\alpha=25\%$, los disipadores que están cerca del cambio de sección del sistema contraviento-disipador, desarrollan rápidamente su ductilidad de diseño (Figura 5.13). Se observa un comportamiento similar en la distribución de las ductilidades que los modelos con $\theta=40^\circ$ (Figuras 5.12 y 5.13), en comparación con los modelos de 10 niveles, de igual forma la ductilidad máxima para estos marcos se presenta en general en los primeros niveles.

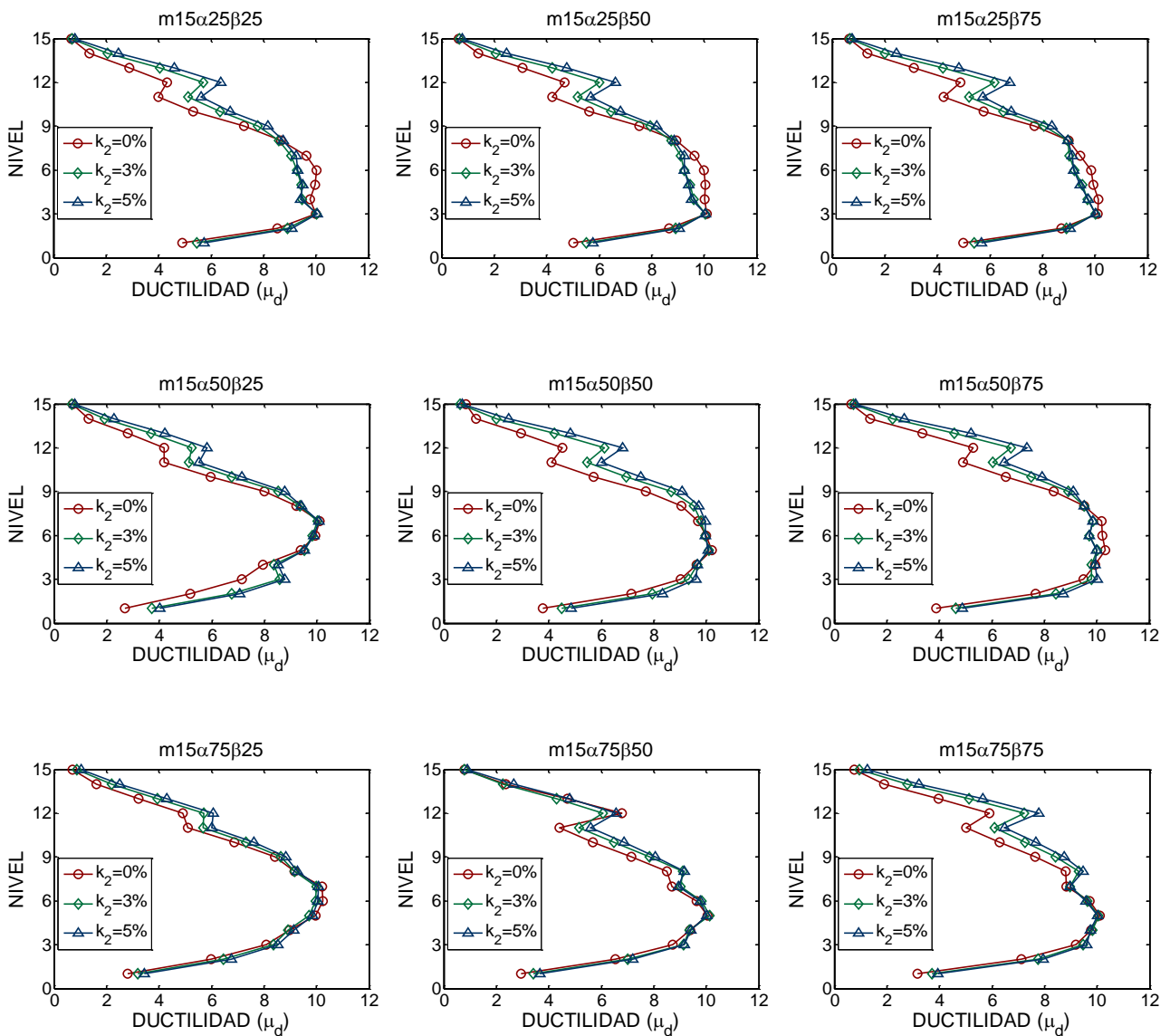


Figura 5.13 Demanda de ductilidades de los disipadores (μ_d) para marcos de 15 niveles y $\theta = 45^\circ$

Al igual que para los modelos de 10 niveles, el comportamiento elástico en los disipadores se presenta en el último nivel para la mayoría de los casos (Figuras 5.12 y 5.13). Por lo tanto, se observa que a mayor altura en el marco de acero, los disipadores del último nivel no presentan deformaciones inelásticas. Esto implica que cuando se diseña un cierto número de niveles, tipificando secciones, los disipadores de energía dejan de ser eficientes para estos últimos niveles, por lo que se deben utilizar otras alternativas más eficientes que no afecten considerablemente la respuesta estructural de todo el marco de acero.

Cuando la rigidez lateral total no rebasa el 50% de la del entrepiso inmediatamente inferior, como se observa en las gráficas para los modelos con altura mayor a 15 niveles (Figuras 5.12 y 5.13), la distribución de las ductilidades presentan variaciones que hacen suponer que no se cumple esta condición; sin embargo, la diferencia de rigidez del sistema contraviento disipador entre la sección inferior y superior no son mayores al 25%. Por lo tanto, se debe limitar también esta relación para evitar fallas prematuras en los disipadores de energía de los niveles más críticos.

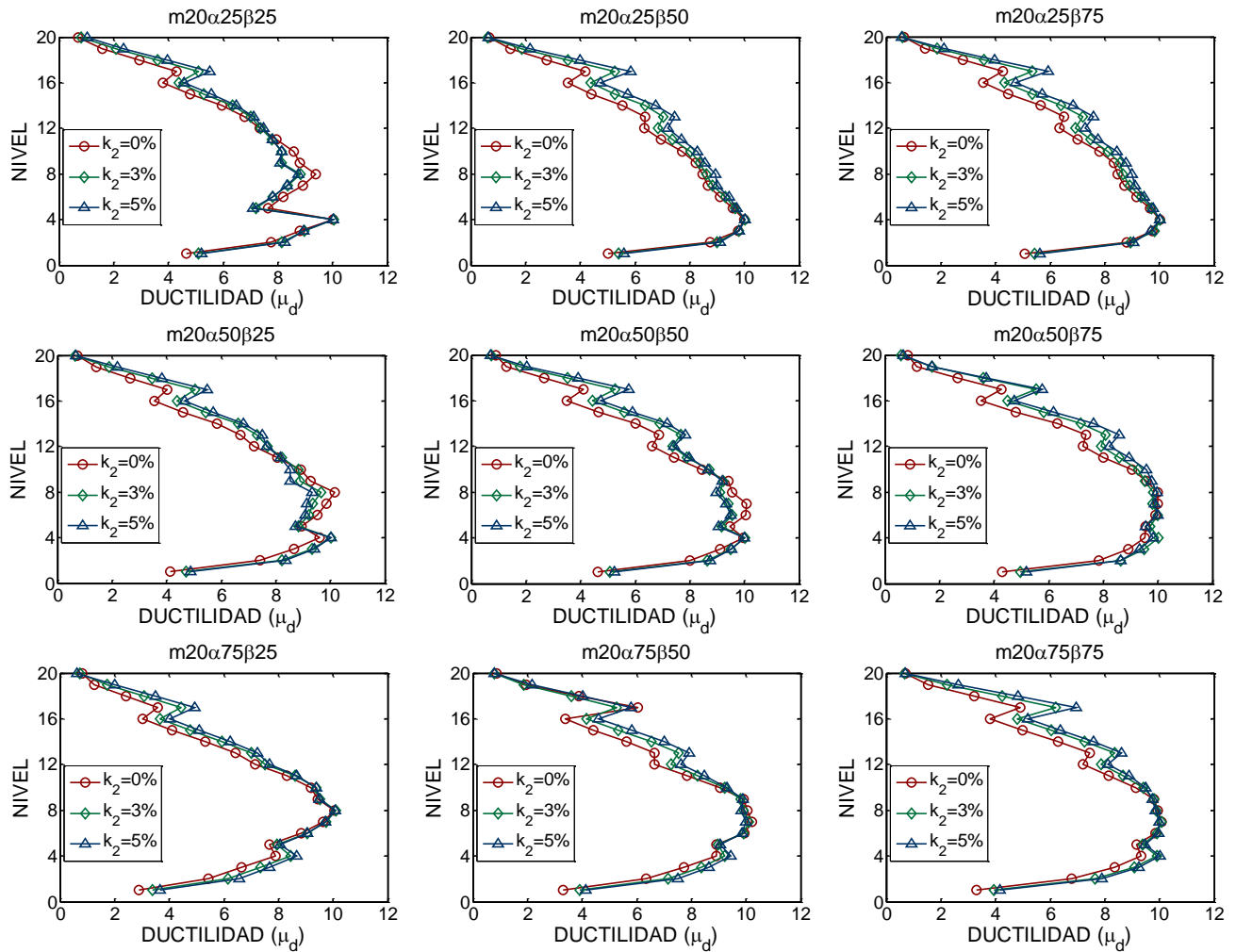


Figura 5.14 Demanda de ductilidades de los disipadores (μ_d) para marcos de 20 niveles y $\theta = 40^\circ$

Para los modelos de 20 niveles (Figuras 5.14 y 5.15) se observa un comportamiento similar con respecto al incremento en la ductilidad de los disipadores para los pisos superiores; sin embargo, en los primeros niveles se presenta una disminución en la ductilidad de los disipadores en el piso superior inmediato, en la zona donde se hace el cambio de sección del sistema contraviento-disipador. Por lo tanto, se puede decir que cuando el sistema contraviento-disipador es más rígido que el sistemas del nivel superior ($K_{eq}^i > K_{eq}^j$), la ductilidad disminuye en los disipadores del nivel superior. En el caso contrario, cuando el marco de acero es más rígido que el sistema contraviento-disipador ($K_m > K_{eq}$), aumenta la ductilidad del disipador del nivel superior para la mayoría de los casos, como se muestra en las Figuras 5.14 y 5.15.

Además, se aprecia que la magnitud de la ductilidad en los niveles inferiores depende del parámetro β , es decir, que cuando β incrementa su valor, la variación en la ductilidad disminuye en la mayoría de los casos.

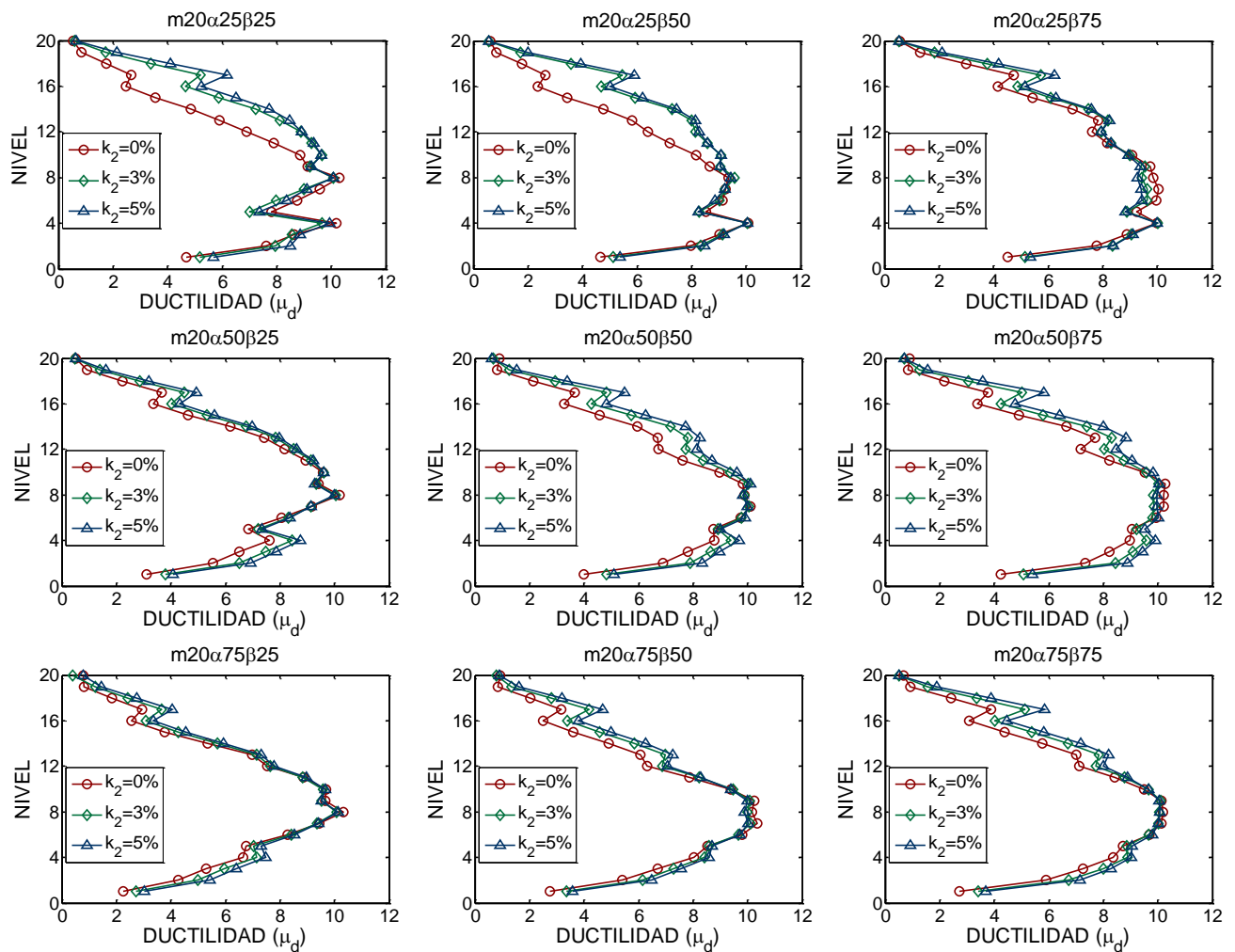


Figura 5.15 Demanda de ductilidades de los disipadores (μ_d) para marcos de 20 niveles y $\theta = 45^\circ$

Para los modelos de 25 niveles (Figuras 5.16 y 5.17), se observa que la distribución de las ductilidades de los disipadores es muy distinta, con respecto a las gráficas anteriores, para las relaciones de $\alpha=25$ y 50%, esto se debe a que la rigidez del sistema contraviento-disipador es mayor que la rigidez del marco ($K_{eq} > K_{marco}$) desde el primero hasta el quinceavo nivel. Para la relación de $\alpha=75\%$, la distribución de las ductilidades se asemeja a las gráficas anteriores, debido a que la rigidez del marco es mayor que la del sistema contraviento-disipador ($K_{marco} > K_{eq}$). También se observa que en las gráficas de $\alpha=25\%$ y β variable, los disipadores del segundo nivel alcanzan su ductilidad de diseño, esto se debe a que hay un cambio brusco en la rigidez lateral del marco de acero, lo que provoca una concentración de fuerza cortante en los disipadores de este nivel.

La ductilidad de los disipadores que tienen una pendiente $K_2 > 0$ presentan mayor ductilidad local con respecto a los disipadores con $K_2=0$, para los pisos superiores, pero en los pisos inferiores la variación es mínima, como se muestra en la mayoría de las gráficas de los modelos estudiados (Figuras 5.5 a 5.17).

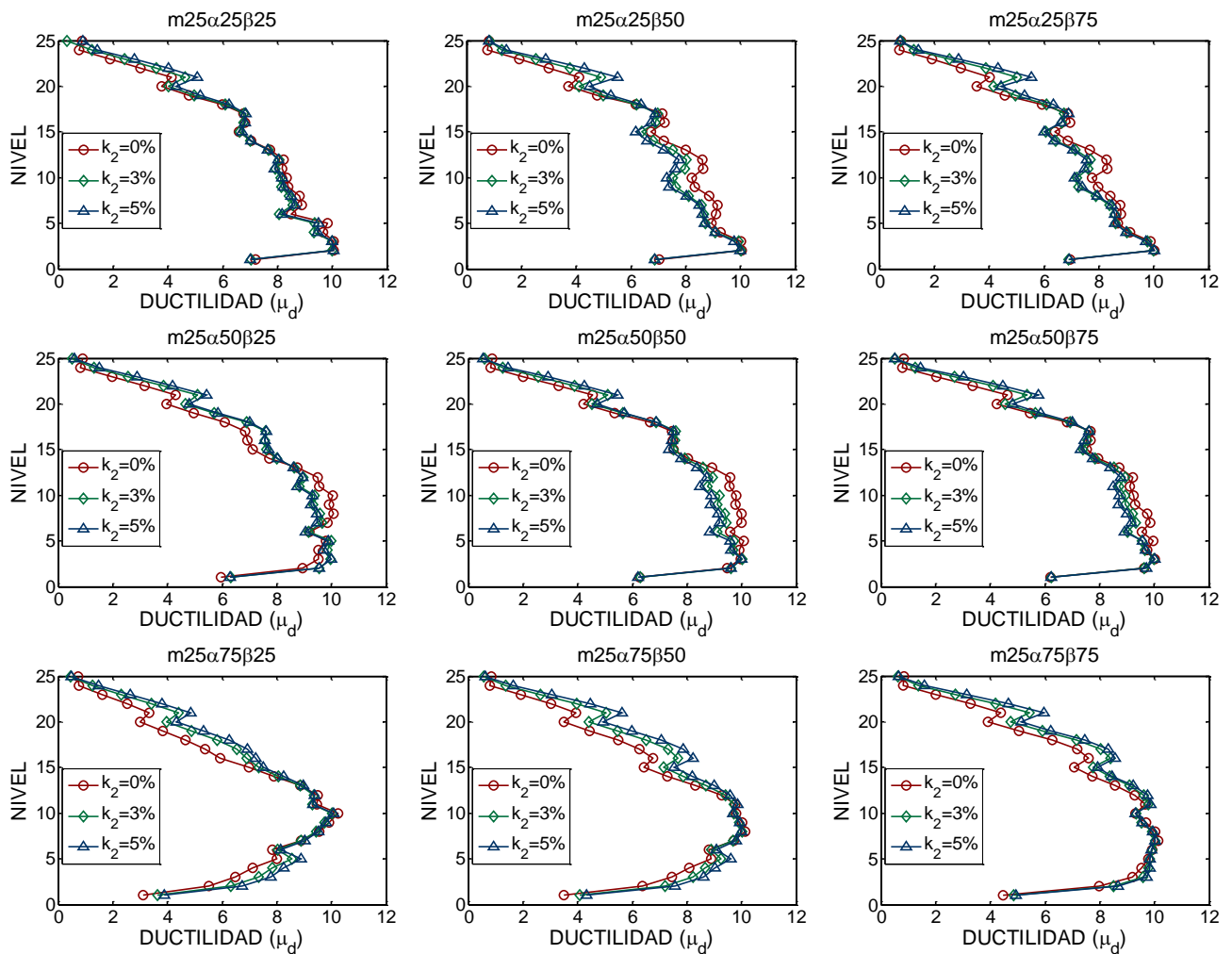


Figura 5.16 Demanda de ductilidades de los disipadores (μ_d) para marcos de 25 niveles y $\theta = 40^\circ$

Los disipadores de los últimos niveles, en general, no rebasan su deformación de fluencia para los marcos con altura mediana y mayores (Figuras 5.12 a 5.17). Debido a esto, se puede hacer un ajuste en la solución estructural y omitir el uso de dispositivos en estos entrepisos, siempre y cuando no afecten el comportamiento o la respuesta estructural de los pisos cercanos. Por lo que se debe buscar otra alternativa estructural para estos niveles, como lo comentaron Tena y Nangulasmú (2013).

En las gráficas anteriores (Figuras 5.5 a 5.17), se aprecia que el ángulo de inclinación de los contravientos (θ) no influye considerablemente en la forma de distribución de la ductilidad de los disipadores. Sin embargo, en las distorsiones de entrepiso (secciones 5.6 y 5.7) este parámetro de diseño es relevante, debido a que el ángulo de inclinación de los contravientos modifica la altura de entrepiso, haciendo que la rigidez de las columnas y contravientos se incremente cuando el ángulo θ disminuye, o en otras palabras, cuando la altura de entrepiso es menor.

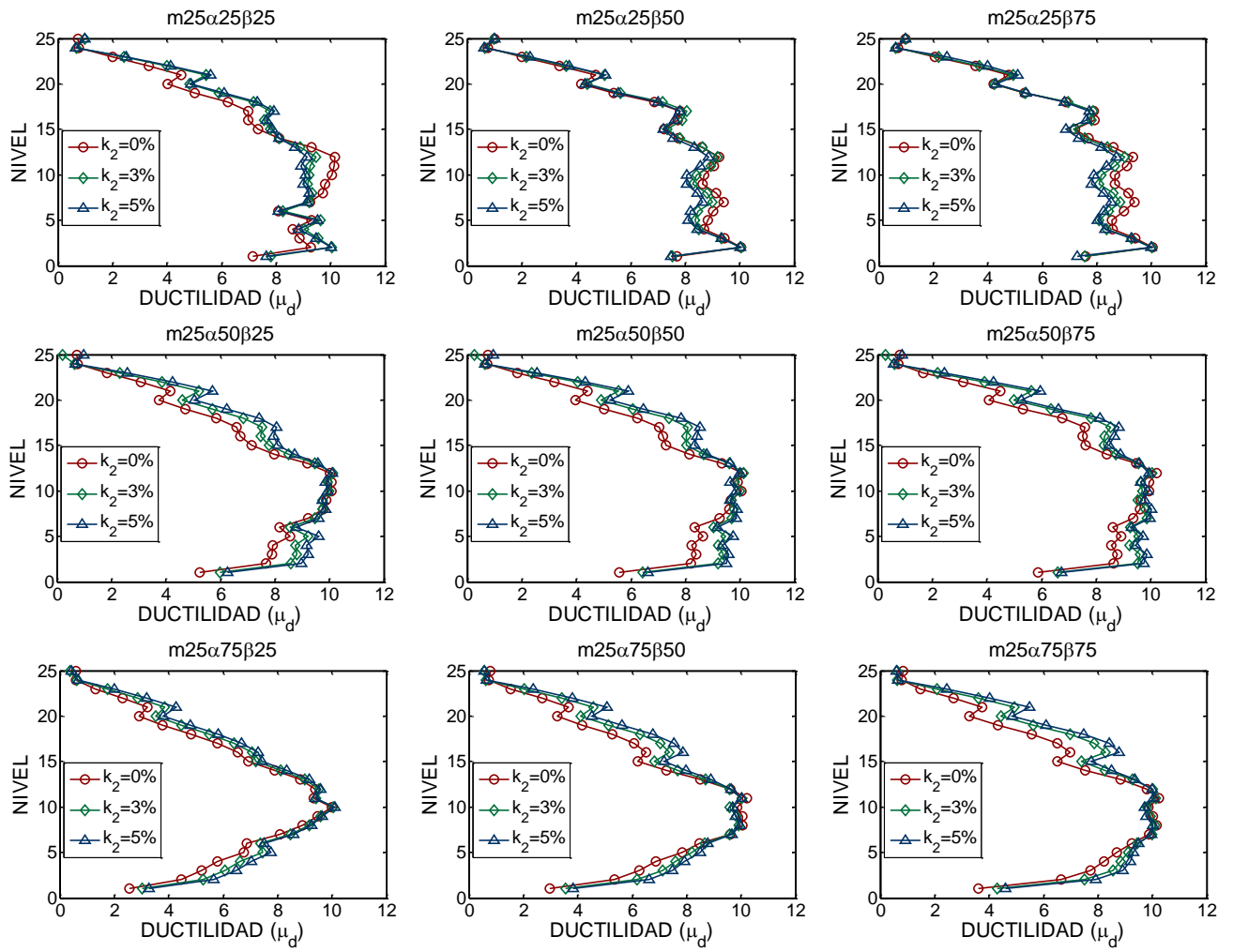


Figura 5.17 Demanda de ductilidades de los disipadores (μ_d) para marcos de 15 niveles y $\theta = 45^\circ$

5.2 Balances de rigidez óptimos entre dissipador de energía y el sistema de soporte (β)

En esta sección se definen los parámetros óptimos de diseño de los marcos de acero con dissipadores de energía histeréticos, de acuerdo con los resultados obtenidos de los mapas de demanda de inelásticas de 270 modelos analizados para las distintas combinaciones de las variables de diseño antes definidas.

En esta sección sólo se presentan algunos mapas de demandas inelásticas para ilustrar los criterios usados y definir los balances óptimos de diseño que se describen a continuación:

- a) Cuando la fluencia de los dissipadores de energía no influye en el comportamiento de los elementos del marco, esto significa que el marco tiene un comportamiento elástico (no hay deformaciones plásticas) o hay menos de 5 extremos de elementos estructurales con fluencia mínima en el marco analizado, para esta condición las celdas de la tabla no se somborean.
- b) Cuando la fluencia de los dissipadores de energía influye ligeramente en el comportamiento inelástico de las vigas implica que hay más de 5 extremos de vigas con fluencia mínima en el marco analizado, pero no mayor que 15, para esta condición las celdas de la tabla se somborean con amarillo claro.
- c) Al igual que el inciso anterior, pero la cantidad de extremos de vigas con fluencia mínima es mayor que 15 y menor que 30 en el marco analizado, las celdas de la tabla se somborean con amarillo.
- d) Cuando se presentan más de 30 extremos de vigas con fluencias, las celdas de la tabla se somborean de color oro.
- e) Cuando la fluencia de los dissipadores de energía influye significativamente en el comportamiento inelástico de las vigas, algunas fluencias en los extremos del elemento son tan grandes y están cercanas a la rotación plástica, para esta condición las celdas de la tabla se somborean con naranja.

En los criterios anteriores, para definir los balances de diseño, no se menciona en ningún caso la presencia de deformaciones inelásticas en los extremos de las columnas y contravientos, ya que en todos los análisis y revisiones de estos elementos no rebasaron su intervalo elástico, lo que significa que no hay deformaciones permanentes o deformaciones plásticas. Por lo tanto, estos modelos estudiados cumplen con la filosofía de diseño por capacidad.

En las Tablas 5.1 a 5.6, se muestran los valores de las ductilidades desarrolladas por los dissipadores de energía (μ_d) y la ductilidad global (Q) de los marcos de acero con dissipadores de energía para las distintas combinaciones de los parámetros α , β , K_2 y θ . De estas tablas se observa en general que el parámetro β tiene una influencia significativa en la ductilidad global de los marcos, ya que a mayor valor de β , la ductilidad global disminuye, es decir, que al ser más rígido el dissipador de energía, el número de elementos con fluencias en el marco es menor y, por lo tanto, la ductilidad global disminuye. En cambio, al aumentar la ductilidad global, el número de elementos con fluencias importantes es mayor. También se aprecia que los dissipadores de energía alcanzan su ductilidad de diseño en todos los modelos analizados. Las tres primeras tablas (5.1 a 5.3) son para los marcos con distintos valores de α , los cuales consideran tres casos de estudio: cuando $\alpha = 25$, 50 y 75% , con ángulo de inclinación de los contravientos de 40° . Las últimas tres tablas (5.4 a 5.6) son para los modelos con un ángulo en contravientos de 45° y las mismas relaciones de α .

En la Tabla 5.1 se observa que todos los modelos cumplen con el primer criterio, antes descrito, para las distintas combinaciones de los parámetros de estudio, esto significa que los elementos principales (columnas, vigas y contravientos) de todos los modelos para la relación de $\alpha=25\%$ no presentan deformaciones inelásticas. Además, se muestra que la ductilidad global aumenta conforme el valor de K_2 se incrementa.

Tabla 5.1 Intervalo de valores recomendados para los parámetros estructurales con $\alpha = 25\%$ y $\theta=40^\circ$

Niveles	α (%)	K_2/K_{EDD}	β (%)			μ_d			Q		
						$\beta=25\%$	$\beta=50\%$	$\beta=75\%$	$\beta=25\%$	$\beta=50\%$	$\beta=75\%$
5	25	0.00	25	50	75	10.0	10.1	10.1	5.8	4.5	4.2
		0.03	25	50	75	10.0	10.1	10.1	5.4	4.9	4.5
		0.05	25	50	75	10.0	10.0	10.0	5.6	5.0	4.7
10	25	0.00	25	50	75	10.1	10.1	10.0	3.9	3.7	3.4
		0.03	25	50	75	10.0	10.1	10.1	4.4	4.1	3.7
		0.05	25	50	75	10.0	10.0	10.1	4.6	4.3	3.9
15	25	0.00	25	50	75	10.0	10.1	10.1	3.2	3.1	2.9
		0.03	25	50	75	10.0	10.1	10.0	3.6	3.4	3.3
		0.05	25	50	75	10.0	10.0	10.0	3.8	3.6	3.5
20	25	0.00	25	50	75	10.0	10.0	10.0	2.9	2.8	2.7
		0.03	25	50	75	10.0	10.0	10.0	3.2	3.1	3.0
		0.05	25	50	75	10.0	10.0	10.0	3.4	3.3	3.2
25	25	0.00	25	50	75	10.1	10.0	10.0	2.8	2.6	2.5
		0.03	25	50	75	10.0	10.0	10.0	2.9	2.7	2.7
		0.05	25	50	75	10.0	10.0	10.0	3.0	2.9	2.9

En las Figuras 5.18a y 5.18b se muestran los mapas de demandas inelásticas de los marcos con disipadores para $\beta=25$ y $K_2=5\%$, donde únicamente los disipadores presentan grandes deformaciones inelásticas y se aprecia, además, que algunos disipadores desarrollan su ductilidad de diseño cuando se aproximan a la base del marco, o en las zonas donde hay cambios de sección del sistema contraviento-disipador.

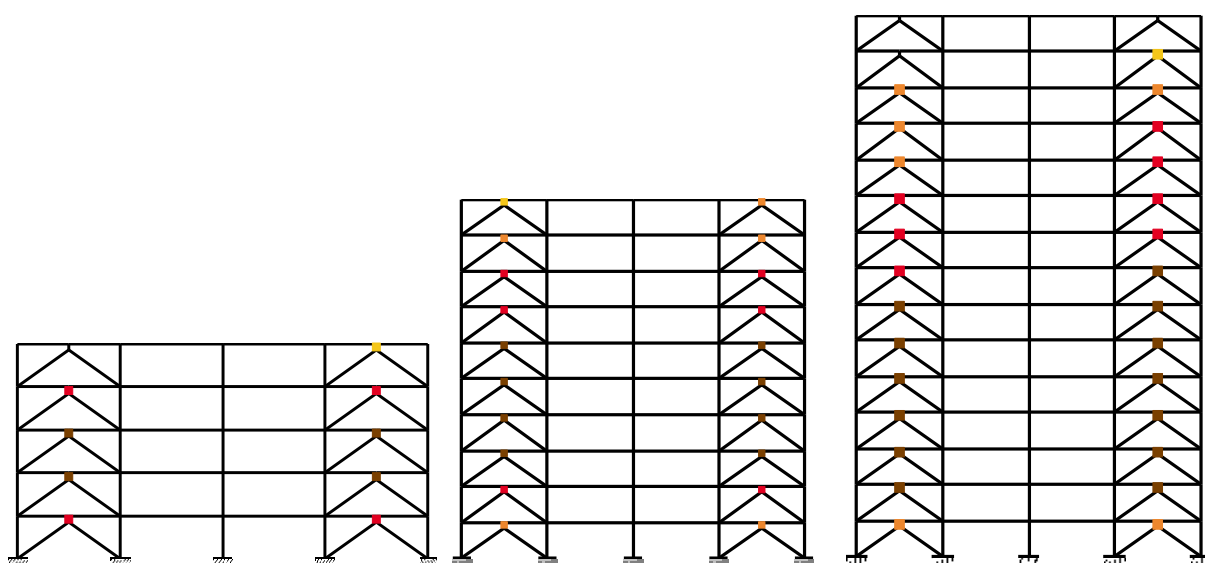


Figura 5.18a Mapa de demandas inelásticas para marcos con $\alpha=25\%$, $\beta=25\%$, $K_2=5\%$ y $\theta=40^\circ$

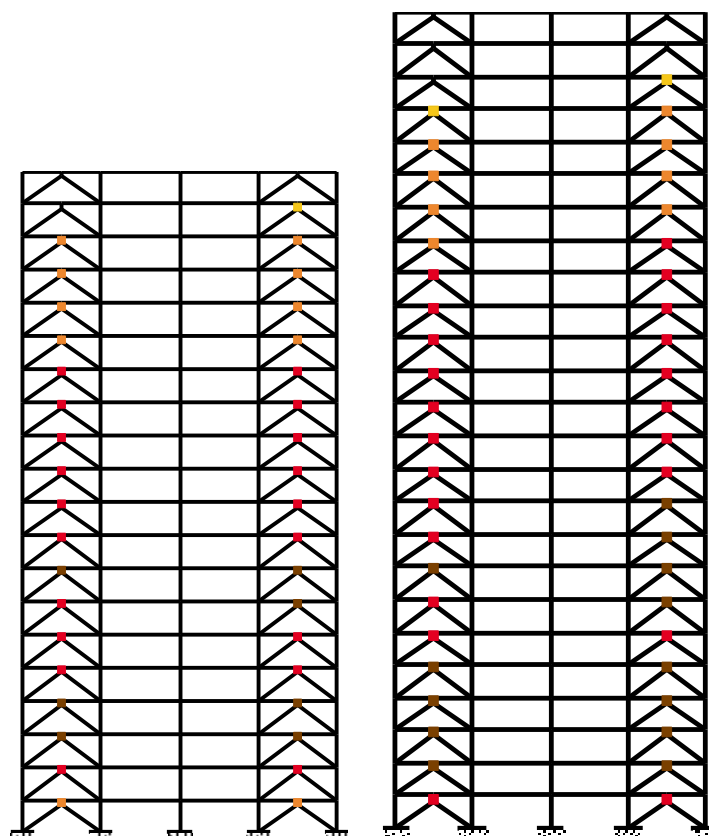


Figura 5.18b Mapa de demandas inelásticas para marcos con $\alpha=25\%$, $\beta=25\%$, $K_2=5\%$ y $\theta=40^\circ$

En la Tabla 5.2 se observa que la mayoría de los modelos cumplen con el criterio del primer inciso (a); sin embargo, existen algunos casos de manera puntual que no cumplen éste, debido a que presentan fluencias inelásticas en los extremos de algunas vigas, por lo que se somborean de acuerdo con nivel de deformación que presenten sus mapas de demanda inelástica.

Tabla 5.2 Intervalo de valores recomendados para los parámetros estructurales con $\alpha = 50\%$ y $\theta=40^\circ$

Niveles	α (%)	K_2/K_{EDD}	β (%)			μ_d			Q		
						$\beta=25\%$	$\beta=50\%$	$\beta=75\%$	$\beta=25\%$	$\beta=50\%$	$\beta=75\%$
5	50	0.00	25	50	75	10.0	10.0	10.0	5.5	4.1	3.7
		0.03	25	50	75	10.0	10.0	10.0	6.0	4.6	4.1
		0.05	25	50	75	10.0	10.0	10.0	5.6	4.8	4.3
10	50	0.00	25	50	75	10.2	10.1	10.0	3.9	3.6	3.4
		0.03	25	50	75	10.0	10.0	10.0	4.3	4.2	3.8
		0.05	25	50	75	10.0	10.0	10.0	4.6	4.5	4.1
15	50	0.00	25	50	75	10.3	10.1	10.0	3.2	2.9	2.9
		0.03	25	50	75	10.0	10.1	10.0	3.5	3.4	3.3
		0.05	25	50	75	10.0	10.0	10.0	3.8	3.7	3.6
20	50	0.00	25	50	75	10.2	10.1	10.0	3.0	2.8	2.6
		0.03	25	50	75	10.0	10.0	10.0	3.3	3.2	3.0
		0.05	25	50	75	10.0	10.0	10.0	3.5	3.3	3.0
25	50	0.00	25	50	75	10.1	10.1	10.0	2.9	2.8	2.7
		0.03	25	50	75	10.0	10.0	10.0	3.1	2.9	2.8
		0.05	25	50	75	10.0	10.0	10.0	3.2	3.0	3.0

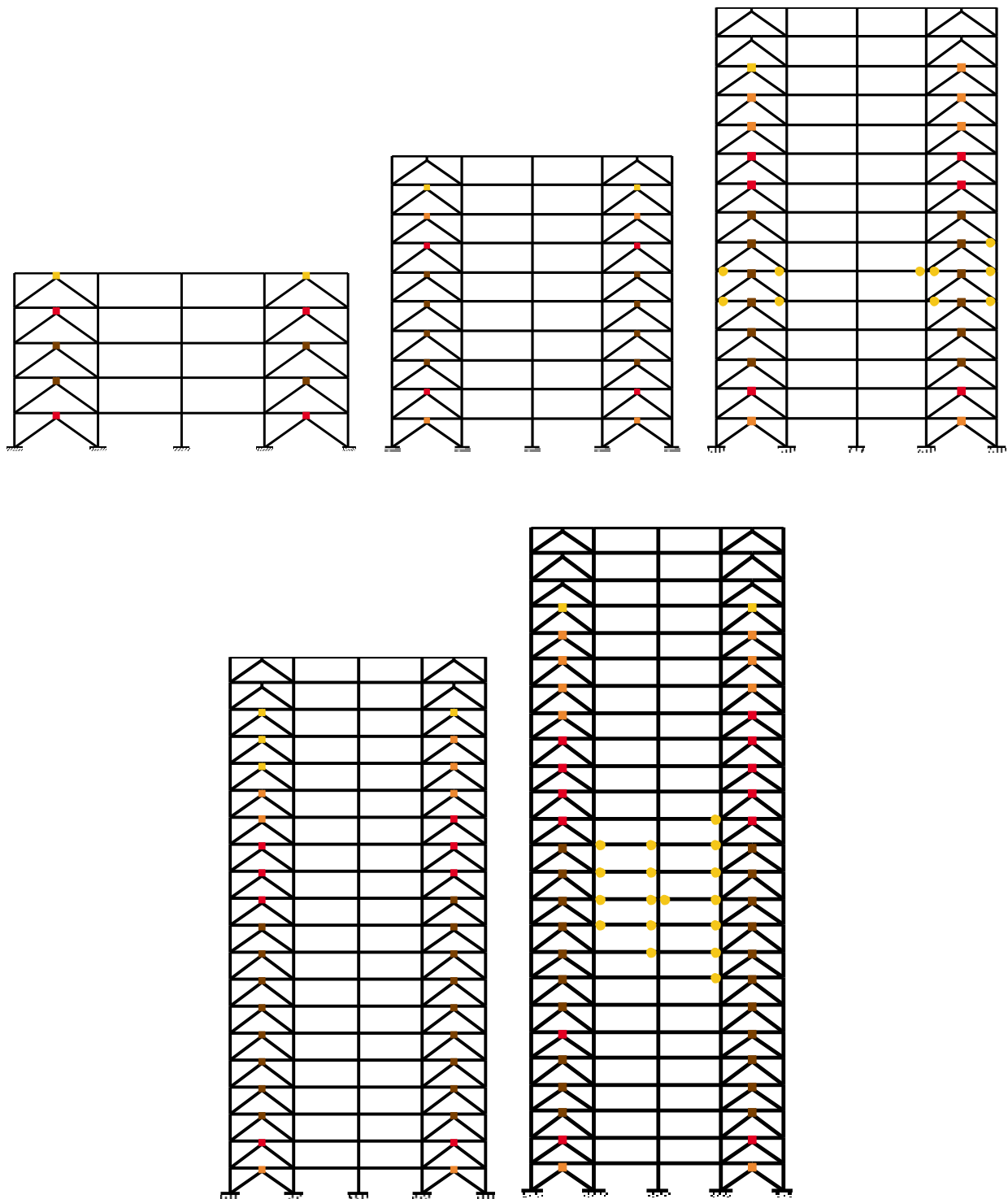


Figura 5.19 Mapa de demandas inelásticas para marcos con $\alpha=50\%$, $\beta=25\%$, $K_2=0$ y $\theta=40^\circ$

En la Figura 5.19 se muestran los mapas de demanda inelástica para $\alpha=50\%$, $\beta=25\%$ y $K_2=0\%$, donde se observa que los mapas para los marcos de 5, 10 y 20 niveles, no tienen deformaciones inelásticas en los elementos principales. Sin embargo, para los marcos de 15 y 25 niveles, existen fluencias en algunas vigas.

Estas fluencias se presentan en las vigas exteriores para el marco de 15 niveles y en las vigas centrales para el marco de 25 niveles. La zona donde se presentan las fluencias para estos marcos corresponde a los entrepisos donde las distorsiones son máximas.

En la Tabla 5.3 se observa que existe un mayor número de casos que no cumplen con los criterios de diseño en comparación con la Tabla 5.2 debido a que el sistema contraviento-disipador es más flexible. En esta tabla se observa también que el parámetro K_2 influye en el nivel de daño de los marcos, el cual está representado por la intensidad en el color amarillo de acuerdo con el nivel de daño presentado en los marcos, además se observa que a mayor ductilidad global el daño estructural es menor, como se muestra en los mapas de demanda de las Figuras 5.20 y 5.21.

Tabla 5.3 Intervalo de valores recomendados para los parámetros estructurales con $\alpha = 75\%$ y $\theta = 40^\circ$

Niveles	α (%)	K_2/K_{EDD}	β (%)			μ_d			Q		
						$\beta=25\%$	$\beta=50\%$	$\beta=75\%$	$\beta=25\%$	$\beta=50\%$	$\beta=75\%$
5	75	0.00	25	50	75	10.0	10.0	10.0	5.8	4.3	3.7
		0.03	25	50	75	10.0	10.0	10.0	6.4	4.9	4.2
		0.05	25	50	75	10.0	10.0	10.0	6.4	5.2	4.4
10	75	0.00	25	50	75	10.1	10.1	10.0	3.7	3.7	3.4
		0.03	25	50	75	10.0	10.0	10.0	4.0	4.3	3.9
		0.05	25	50	75	10.0	10.0	10.0	4.3	4.6	4.1
15	75	0.00	25	50	75	10.1	10.0	10.0	3.0	3.0	3.1
		0.03	25	50	75	10.1	10.0	10.0	3.1	3.5	3.6
		0.05	25	50	75	10.1	10.0	10.0	3.4	3.9	3.9
20	75	0.00	25	50	75	10.1	10.2	10.1	2.7	2.6	2.6
		0.03	25	50	75	10.1	10.1	10.1	2.8	2.8	2.9
		0.05	25	50	75	10.1	10.0	10.0	2.8	3.1	3.2
25	75	0.00	25	50	75	10.2	10.1	10.1	2.6	2.5	2.6
		0.03	25	50	75	10.0	10.0	10.0	2.8	2.8	2.8
		0.05	25	50	75	10.1	10.0	10.0	2.8	2.9	2.9

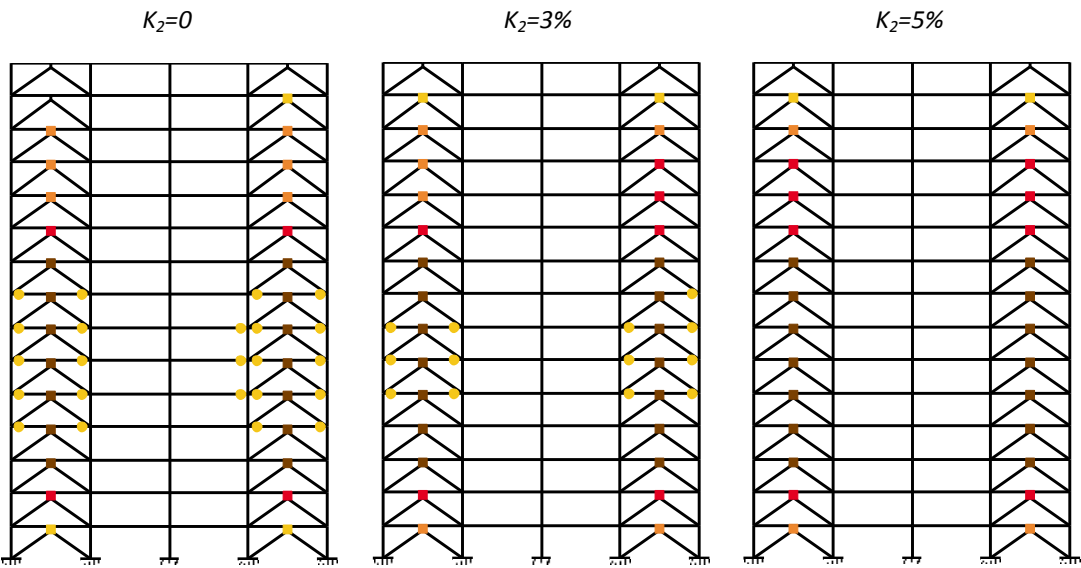


Figura 5.20 Mapa de demandas inelásticas para los modelos m15 $\alpha 75 \beta 25$ para $K_2 = 0, 3\%$ y 5%

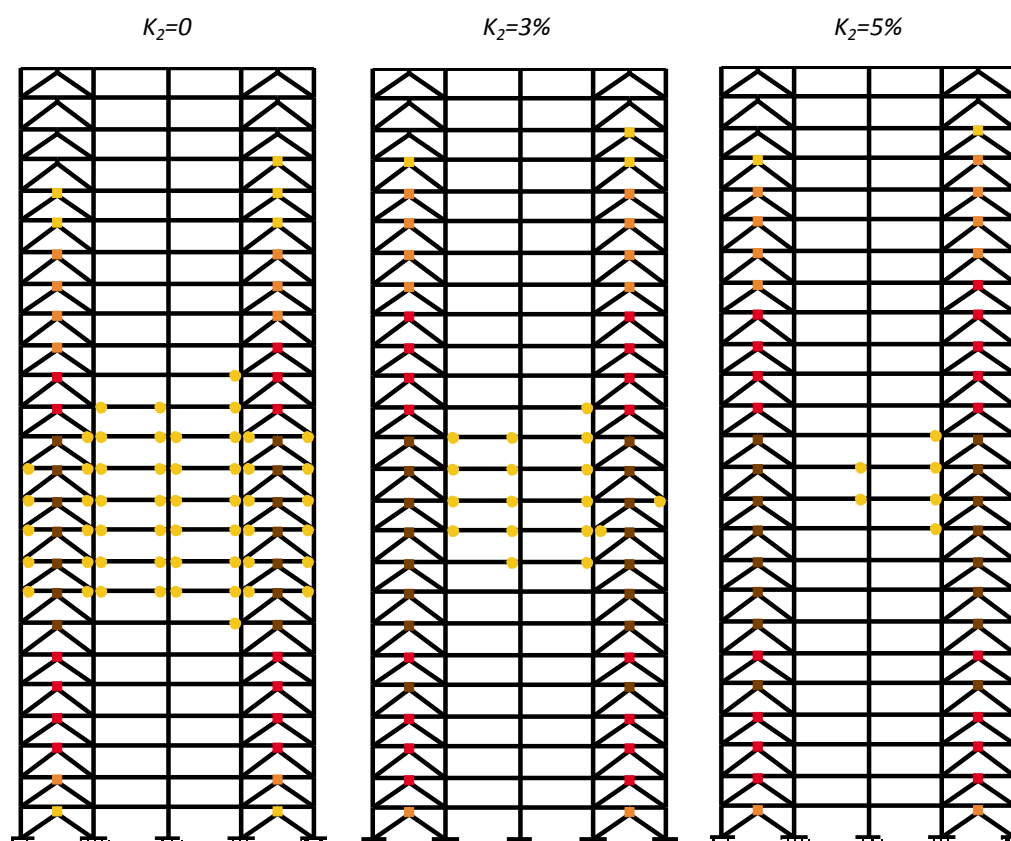


Figura 5.21 Mapa de demandas inelásticas para los modelos m25 α 75 β 25 para $K_2=0$, 0.03 y 0.05

En las Figuras 5.20 y 5.21 se mostraron los mapas de demanda inelástica para los marcos de 15 y 25 niveles respectivamente. Se observa que el número de rotaciones plásticas disminuye en los mapas de estos marcos conforme se incrementa el valor de K_2 . Este comportamiento sucede en la mayoría de los marcos que presentan deformaciones inelásticas.

A partir de la comparación las Tablas 5.1, 5.2 y 5.3 se deduce que el parámetro α es relevante en el comportamiento inelástico de los marcos de forma cuantitativa, debido al incremento en su valor el número de modelos con daños también aumenta. Esto se debe a que la rigidez del sistema contraviento-disipador disminuye conforme se aumenta el balance α , ya que el sistema contraviento-disipador es más flexible.

En las siguientes Tablas 5.4 a 5.6 se muestra que el ángulo de inclinación tiene una influencia importante en el comportamiento inelástico de los modelos en estudio, ya que al realizar la comparación entre tablas para sus respectivas α , se observa que en las tablas con $\theta=45^\circ$, el número de modelos con daños es mayor que los modelos con $\theta=40^\circ$, esto se debe principalmente a que el ángulo de inclinación de los contravientos aporta menos rigidez lateral cuando el ángulo se incrementa, es decir, son estructuras más flexibles, por lo tanto las distorsiones de entrepiso y el número de vigas con daños son mayores. En la Tabla 5.4 se observa que la mayoría de casos de estudio cumplen con el criterio para definir el balance de diseño, pero para algunos casos de los modelos de 25 niveles no cumplen con este criterio, por lo que se somborean para distinguir el nivel de daño que tienen. Estos modelos están diseñados con $\beta=25\%$ y K_2 variable y, $\beta=50\%$ y 75% , para $K_2=0$.

Tabla 5.4 Intervalo de valores recomendados para los parámetros estructurales con $\alpha = 25\%$ y $\theta=45^\circ$

Niveles	α (%)	K_2/K_{EDD}	β (%)			μ_d			Q		
						$\beta=25\%$	$\beta=50\%$	$\beta=75\%$	$\beta=25\%$	$\beta=50\%$	$\beta=75\%$
5	25	0.00	25	50	75	10.1	10.0	10.0	4.7	4.0	3.8
		0.03	25	50	75	10.0	10.1	10.0	5.1	4.5	4.2
		0.05	25	50	75	10.0	10.0	10.0	5.3	4.7	4.4
10	25	0.00	25	50	75	10.0	10.0	10.1	3.5	3.3	3.2
		0.03	25	50	75	10.0	10.0	10.0	4.0	3.7	3.6
		0.05	25	50	75	10.0	10.0	10.0	4.3	4.0	3.8
15	25	0.00	25	50	75	10.0	10.1	10.1	2.9	2.8	2.7
		0.03	25	50	75	10.0	10.1	10.0	3.3	3.1	2.9
		0.05	25	50	75	10.0	10.0	10.0	3.5	3.3	3.1
20	25	0.00	25	50	75	10.3	10.1	10.0	2.6	2.5	2.6
		0.03	25	50	75	10.1	10.0	10.0	3.0	2.9	2.8
		0.05	25	50	75	10.1	10.0	10.0	3.2	3.0	2.9
25	25	0.00	25	50	75	10.2	10.0	10.1	2.9	2.7	2.6
		0.03	25	50	75	10.0	10.0	10.0	3.0	2.6	2.5
		0.05	25	50	75	10.0	10.0	10.0	3.0	2.6	2.5

En las Tablas 5.5 y 5.6 se observa que para valores de $\beta=25\%$, hay un número de modelos que no cumplen con el criterio para definir el balance de diseño. Además, todos los modelos de 25 niveles para ambas tablas no satisfacen dicho criterio. También se observa que la tendencia de la ductilidad global de los modelos no cambia con respecto a las tablas anteriores (5.1 a 5.4); es decir, cuando K_2 se incrementa, la ductilidad global también, y cuando β se incrementa, la ductilidad global disminuye o se mantiene igual para la mayoría de los casos.

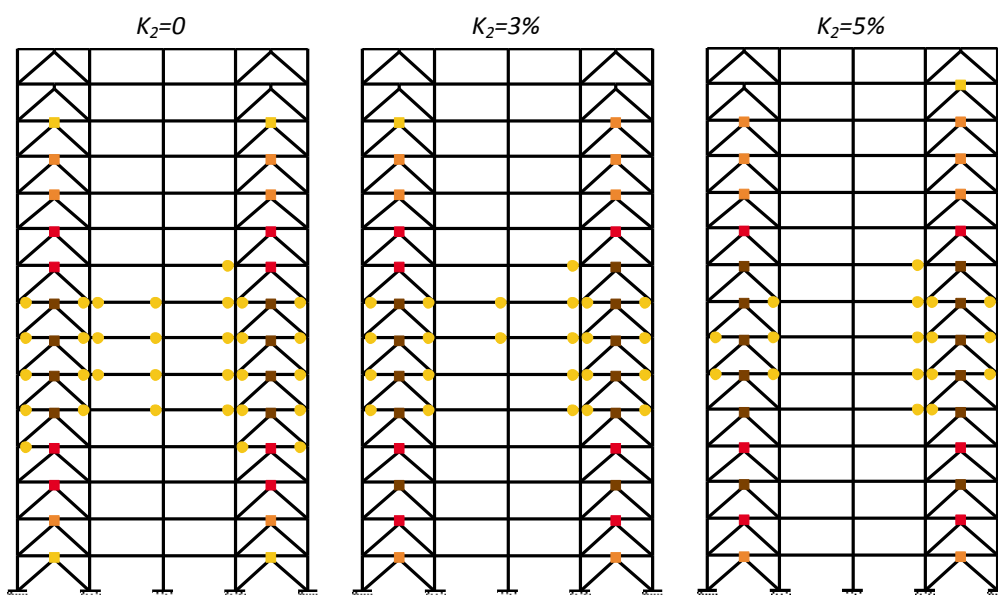
Tabla 5.5 Intervalo de valores recomendados para los parámetros estructurales con $\alpha = 50\%$ y $\theta=45^\circ$

Niveles	α (%)	K_2/K_{EDD}	β (%)			μ_d			Q		
						$\beta=25\%$	$\beta=50\%$	$\beta=75\%$	$\beta=25\%$	$\beta=50\%$	$\beta=75\%$
5	50	0.00	25	50	75	10.0	10.0	10.0	4.6	4.0	3.5
		0.03	25	50	75	10.0	10.0	10.0	5.2	4.5	3.9
		0.05	25	50	75	10.0	10.0	10.0	5.4	4.7	4.2
10	50	0.00	25	50	75	10.3	10.2	10.1	3.4	3.1	3.0
		0.03	25	50	75	10.1	10.0	10.0	3.7	3.7	3.6
		0.05	25	50	75	10.1	10.0	10.0	3.9	4.0	3.9
15	50	0.00	25	50	75	10.1	10.2	10.3	2.8	2.7	2.6
		0.03	25	50	75	10.0	10.1	10.0	3.2	3.1	3.0
		0.05	25	50	75	10.1	10.1	10.0	3.3	3.2	3.3
20	50	0.00	25	50	75	10.2	10.1	10.3	2.7	2.5	2.5
		0.03	25	50	75	10.0	10.0	10.0	2.9	2.8	2.8
		0.05	25	50	75	10.0	10.1	10.0	3.0	3.0	3.0
25	50	0.00	25	50	75	10.1	10.1	10.2	2.9	2.7	2.6
		0.03	25	50	75	10.1	10.1	10.0	3.0	2.9	2.8
		0.05	25	50	75	10.1	10.0	10.0	3.1	2.9	2.8

Tabla 5.6 Intervalo de valores recomendados para los parámetros estructurales con $\alpha = 75\%$ y $\theta = 45^\circ$

Niveles	α (%)	K_2/K_{EDD}	β (%)			μ_d			Q		
						$\beta=25\%$	$\beta=50\%$	$\beta=75\%$	$\beta=25\%$	$\beta=50\%$	$\beta=75\%$
5	75	0.00	25	50	75	10.0	10.0	10.0	5.2	4.1	3.5
		0.03	25	50	75	10.0	10.0	10.0	5.6	4.7	4.0
		0.05	25	50	75	10.0	10.0	10.0	5.7	5.0	4.2
10	75	0.00	25	50	75	10.1	10.0	10.0	3.5	3.1	3.1
		0.03	25	50	75	10.1	10.0	10.0	3.6	3.6	3.6
		0.05	25	50	75	10.0	10.0	10.0	3.6	3.9	3.9
15	75	0.00	25	50	75	10.2	10.1	10.1	2.9	2.6	2.6
		0.03	25	50	75	10.0	10.1	10.1	3.0	2.9	3.1
		0.05	25	50	75	10.1	10.0	10.0	3.1	3.0	3.4
20	75	0.00	25	50	75	10.3	10.3	10.2	2.7	2.4	2.3
		0.03	25	50	75	10.1	10.1	10.1	2.6	2.5	2.5
		0.05	25	50	75	10.1	10.0	10.1	2.7	2.6	2.7
25	75	0.00	25	50	75	10.0	10.2	10.2	2.7	2.5	2.4
		0.03	25	50	75	10.0	10.0	10.1	2.7	2.6	2.5
		0.05	25	50	75	10.1	10.0	10.0	2.6	2.5	2.7

En la Figura 5.22 se presentan los mapas de demanda inelástica de los marcos con disipadores para las relaciones de $\alpha=50\%$, $\beta=25\%$ y K_2 variable. En estos marcos se aprecia un mayor daño en los disipadores de energía, en las vigas de los niveles intermedios y en los pisos superiores se observa que los disipadores no han rebasado el intervalo elástico o presentan pequeñas deformaciones inelásticas. También se observa que a mayor valor de K_2 , el número de daños en las vigas disminuye, ya que hay un mayor número de disipadores que presentan mayor daño.

**Figura 5.22** Mapa de demandas inelásticas para marco de 15 niveles con $\alpha=50\%$, $\beta=25\%$ y distintos valores de K_2 con $\theta=45^\circ$

En la Figura 5.23 se presentan los mapas de demanda inelástica de los marcos con disipadores para los casos que no cumplen el criterio de diseño, el cual corresponde a los modelos con $\beta=25$, 50 y 75% para $K_2=0$. En estas condiciones los disipadores desarrollan sus ductilidades de diseño y las vigas centrales presentan articulaciones inelásticas en sus extremos, debido a las grandes distorsiones que existen en estos niveles y provoca grandes rotaciones en las vigas centrales en comparación con la vigas externas, además los contravientos aportan rigidez en la zona externa de los marcos, lo que impide que haya grandes rotaciones.

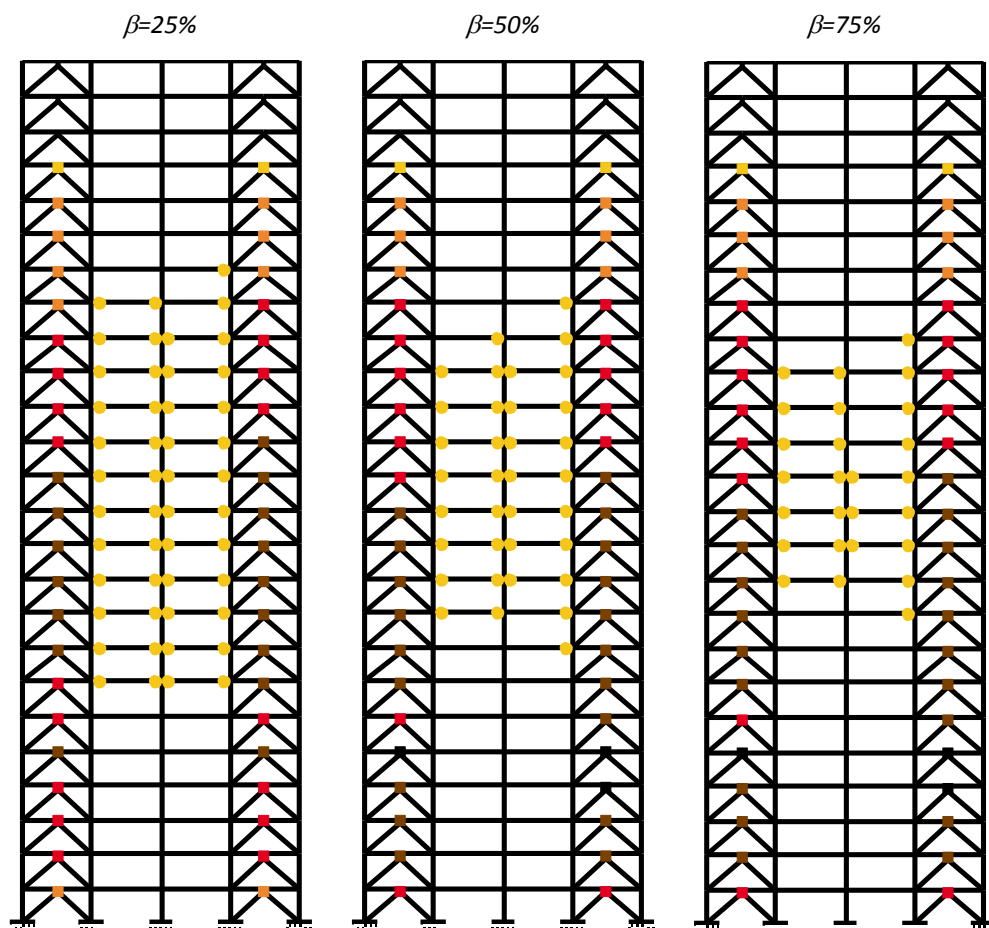


Figura 5.23 Mapa de demandas inelásticas para marco de 25 niveles con $\alpha=25\%$, $K_2=0$ y distintos valores de β con $\theta=45^\circ$

En la Figura 5.24 se presentan los mapas de demanda inelástica de los marcos con disipadores para $\beta=25\%$ y K_2 variable. En estos marcos se aprecia un mayor número de deformaciones inelásticas en los disipadores y en las vigas de los niveles intermedios. Además, en las vigas de los extremos de los marcos, para valores de K_2 entre 0 y 3%, las deformaciones inelásticas son muy grandes en comparación con las vigas centrales.

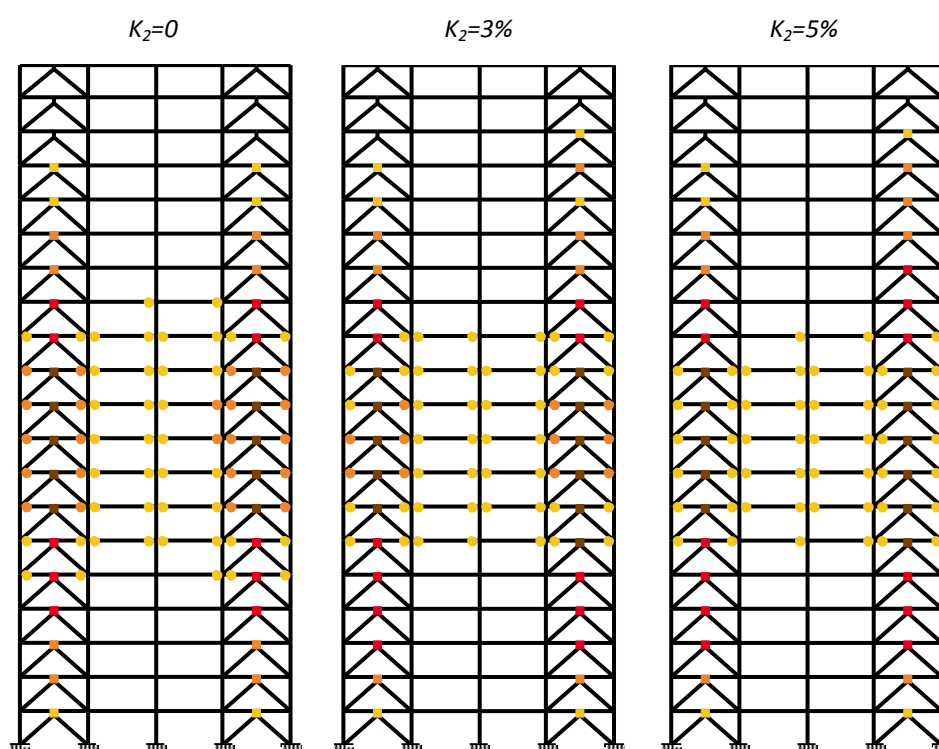


Figura 5.24 Mapa de demandas inelásticas para marco de 20 con $\alpha=75$, $\beta=25\%$ y distintos valores de K_2 con $\theta=45^\circ$

El ángulo de inclinación de los contravientos (θ) influye significativamente en el nivel de daño que los marcos puedan presentar en sus elementos, principalmente en las vigas, es decir, para ángulos mayores los marcos son más flexibles. Por lo tanto, las distorsiones de entrepiso son mayores en comparación con los marcos diseñados con un ángulo menor.

En las tablas anteriores (5.1 a 5.6) se aprecia que los parámetros β y K_2 tienen influencia en el comportamiento global de los marcos. Se observa que cuando β incrementa su valor, la ductilidad global disminuye en general, en cambio, cuando K_2 se incrementa, ésta también aumenta o se mantiene en general. Sin embargo, cuantitativamente el número de elementos que presentan deformaciones inelásticas tiende a disminuir conforme aumenta K_2 , como se observa en las figuras anteriores (5.18 a 5.24), debido a que hay una mayor absorción de energía (mayor daño) por parte de los disipadores. El resto de los mapas de demanda de todos los marcos analizados se presentan en el Apéndice C.

El sistema en estudio es eficiente cuando el parámetro β tiene valores entre 50 y 75%, en la gran mayoría de los casos y alturas estudiadas, aunque hubo algunos casos donde se presentaron fluencias pequeñas en algunas vigas. En cambio, cuando $\beta=25\%$ se presenta un mayor número de vigas con daños mínimos y en algunos casos con deformaciones inelásticas intolerables. Este comportamiento de daño es para ambos ángulos, pero en menor número para el ángulo de 40° .

Las combinaciones de los parámetros que no se somborean, se consideran “óptimas” para el diseño de los marcos con disipadores de energía, dado que se cumple razonablemente con las premisas y los criterios de la metodología de diseño presentada en el Capítulo 3.

5.3 Balances de resistencia requeridos del marco de acero y el sistema de contraviento-disipador de energía (α).

En esta sección se definen los balances de resistencia entre el marco de acero y el sistema contraviento disipador a partir de los balances diseño para β , presentados en las tablas de la sección anterior. En las tablas (5.1 a 5.6) se observa que el parámetro α tiene una influencia importante en el comportamiento de los marcos de acero con disipadores de energía, es decir, que la rigidez lateral del sistema contraviento-disipador disminuye conforme aumenta la relación α (el sistema contraviento-disipador es más flexible). Por lo tanto, las vigas de los marcos son las que presentan deformaciones inelásticas en sus extremos en un mayor número de vigas. En las Tablas 5.7 y 5.8 se presenta un resumen de las combinaciones de parámetros que satisfacen la metodología de diseño presentada para los dos ángulos de inclinación de los contravientos, respectivamente. Se observa en estas tablas que todos los marcos analizados no presentan deformaciones plásticas cuando los disipadores de energía han desarrollado su ductilidad máxima de diseño.

Para el caso cuando $\theta=40^\circ$, en la Tabla 5.7, se muestran los valores de α para las distintas combinaciones de las variables de diseño. Como se observa en esta tabla, α es válida para todos los niveles de estudio, y en general para las distintas combinaciones de β y K_2 , esto es, no se presentaron deformaciones inelásticas en los elementos del marco; sin embargo, para los modelos entre 15 y 25 niveles, cuando $\alpha=75\%$, $\beta=25\%$ y para los valores de K_2 de 0 y 3%, las vigas presentaron rotaciones inelásticas en sus extremos; las cuales no ponen en riesgo la estabilidad estructural.

Tabla 5.7 Parámetros óptimos de diseño para marcos de acero con $\theta=40^\circ$

Niveles	α (%)	K_2/K_{EDD}	β (%)
5	25	0.00 - 0.05	25-75
	50	0.00 - 0.05	25-75
	75	0.00 - 0.05	25-75
10	25	0.00 - 0.05	25-75
	50	0.00 - 0.05	25-75
	75	0.00 - 0.05	25-75
15	25	0.00 - 0.05	25-75
	50	0.00	50-75
		0.03 - 0.05	25-75
	75	0.00 - 0.03	50-75
		0.05	25-75
20	25	0.00 - 0.05	25-75
	50	0.00 - 0.05	25-75
	75	0.00 - 0.03	50-75
		0.05	25-75
25	25	0.00 - 0.05	25-75
	50	0.00	50-75
		0.03 - 0.05	25-75
	75	0.00	75
		0.03 - 0.05	50-75

Como se observa en la Tabla 5.8, el ángulo de inclinación de los contravientos sí tiene una importante influencia en la respuesta de los marcos de acero. Para el caso de $\theta=45^\circ$, se observa que $\alpha=25\%$ es válida para todos los niveles de estudio y también para la gran mayoría de las combinaciones de los parámetros de diseño en estudio. Cuando α toma valores entre 50 y 75%, para las relaciones de $\beta>50\%$ se limita su uso para marcos con altura menor o igual a 20 niveles. Se observa en las Tablas 5.5 y 5.6 que este parámetro deja de ser eficiente para los marcos con altura igual a 25 niveles, es decir, que estos marcos presentan un gran número de fluencias; por lo tanto, deja de cumplir con el criterio de marco elástico.

Tabla 5.8 Parámetros óptimos de diseño para marcos de acero con $\theta=45^\circ$

Niveles	α (%)	K_2/K_{EDD}	β (%)
5	25	0.00-0.05	25-75
	50	0.00-0.05	25-75
	75	0.00-0.05	25-75
10	25	0.00-0.05	25-75
	50	0.00-0.05	50-75
	75	0.00-0.05	50-75
15	25	0.00-0.05	25-75
	50	0.00-0.05	50-75
	75	0.00	75
		0.03-0.05	50-75
20	25	0.00-0.05	25-75
	50	0.00	75
		0.03-0.05	50-75
	75	0.00-0.03	75
		0.05	50-75
25	25	0.03-0.05	50-75

Las relaciones mostradas en las Tablas 5.7 y 5.8 corresponden a los modelos que cumplen con la metodología de diseño propuesta, por lo que se pueden considerar como las relaciones “óptimas” de diseño para los marcos de acero con disipadores de energía histeréticos. Para los modelos con estas relaciones se obtuvieron los factores de reducción del espectro de respuesta Q y R , y también se obtuvieron las distorsiones Δ_y y Δ_u para garantizar el cumplimiento de los estados límite de servicio y colapso indicados en las NTCS-2004.

5.4 Factor de comportamiento sísmico (Q)

Si tuviéramos que diseñar un edificio para resistir un sismo usando el espectro elástico, obtendríamos una estructura que no sufriría deformaciones permanentes en los elementos resistentes principales que la componen, esto significa que nuestra estructura tiene un comportamiento elástico ($Q=1$), pero el resultado de este diseño conservador nos daría elementos muy robustos, y por lo tanto resultaría muy caro construir. Por esta razón, los reglamentos de diseño sísmico en todo el mundo permiten un nivel de daño (deformaciones permanentes) en los elementos resistentes principales, con la finalidad de aprovechar al máximo su capacidad de deformación y resistencia.

En todo el mundo los códigos de diseño sísmico utilizan factores de reducción de las fuerzas sísmicas, el cual disminuye las aceleraciones del espectro elástico ($c/Q'R$), para el diseño de los elementos estructurales, y un factor de amplificación del desplazamiento para calcular el desplazamiento inelástico esperado ($\Delta_u = Q\Delta_y$), del correspondiente al desplazamiento elástico inducido por la fuerza sísmica reducidas (Bruneau *et al.* 1998).

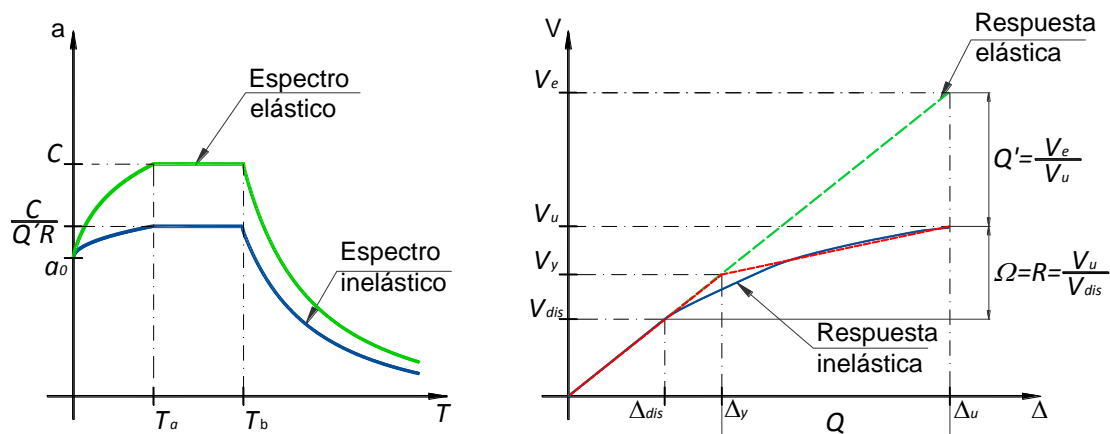


Figura 5.25 Espectro sísmico y respuesta estructural de marco con disipador de energía

El factor de comportamiento sísmico Q , no sólo depende de la estructuración sino también de las reservas que los análisis convencionales no toman en cuenta (Rosenblueth *et al.* 1991). Dichas reservas de capacidad son:

- I. El uso de factores de reducción de resistencia (F_R) que se usan en el diseño.
- II. Las resistencias reales de los materiales exceden las resistencias nominales.
- III. Redondeo en las operaciones de cálculo en el diseño.
- IV. No se considera en los modelos estructurales la contribución de resistencia, debido a la losa, recubrimientos, muros divisorios, etcétera.

Hay un importante ajuste conceptual en la reducción de los parámetros de la respuesta elástica en el diseño sísmico de los reglamentos mexicanos. En los códigos anteriores el espectro de diseño elástico era reducido por la división de las ordenadas espectrales, por un factor de reducción de fuerzas sísmicas no muy claro en su cálculo, que representaba todo (ductilidad, redundancia, sobrerresistencia, etcétera) (Tena-Colunga *et al.* 2009).

El factor de reducción de fuerzas sísmicas Q' considera sobre todo la capacidad de la ductilidad, sobrerresistencia que dependen del sistema estructural y el periodo de la estructura (Tena-Colunga *et al.* 2009).

La definición, los requisitos y valores propuestos para el factor de modificación de la respuesta sísmica prácticamente permanecen sin cambios en los códigos de diseño nacionales (Tena-Colunga *et al.* 2009). Los valores para Q , establecidos por los reglamentos mexicanos modernos, son 1, 1.5, 2, 3 y 4; éstos dependen de la selección del sistema estructural. El factor Q de los reglamentos mexicanos representa principalmente la capacidad de deformación del sistema estructural y su relación con la ductilidad del desplazamiento, redundancia y sobrerresistencia (Tena-Colunga *et al.* 2009).

En las normas mexicanas, el factor de reducción de fuerzas sísmicas Q' reconoce únicamente la capacidad de deformación dúctil aproximada del sistema estructural seleccionado dado, en términos del factor de modificación de la respuesta sísmica Q (Tena-Colunga *et al.* 2009). El valor de Q' está basado en distintos trabajos de investigación para sistemas de un grado de libertad (SDOF) con comportamiento histórico elastoplástico (Tena 2014), donde Q' es la relación entre la fuerza mínima requerida para limitar un sistema estructural a una respuesta elástica y la fuerza requerida para un sistema estructural para limitar su capacidad de la ductilidad para un valor de Q dado $C(T_e, Q)$, como se indica en la ecuación 5.2 (Miranda 1994):

$$Q'(T_e, Q) = \frac{C(T_e, 1)}{C(T_e, Q)} \quad (5.2)$$

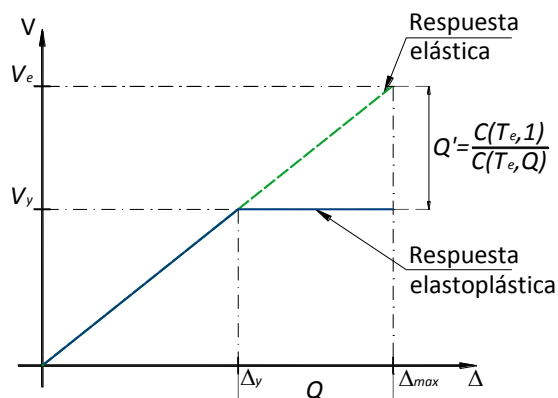


Figura 5.26 Respuesta estructural de sistema elastoplástico, adaptado de Miranda (1994).

donde:

- C Coeficiente sísmico de la meseta del espectro de diseño.
- Q Factor de modificación de la respuesta sísmica.
- T_e Periodo natural de la estructura.

Para determinar el factor de comportamiento sísmico de cada uno de los modelos analizados y diseñados, se trazó la curva de capacidad mediante el análisis estático no-lineal, conocido comúnmente como “pushover”. Este análisis se realizó con el programa de análisis estructural Drain-2DX (Prakash *et al.* 1992).

Sin embargo, es necesario representar de forma bilineal la curva de capacidad. Para esto es necesario definir los puntos correspondientes al cortante y desplazamiento de fluencia (V_y y Δ_y). Para obtener dichos puntos, se utilizó el siguiente procedimiento:

- 1) Definir el cortante y desplazamiento último, considerando los criterios cuando los disipadores excedan la ductilidad de diseño ($\mu_d \leq 10$) y antes de que la estructura desarrolle el mecanismo de colapso, lo que suceda primero.
- 2) Cálculo del área bajo la curva de capacidad A_{cc} , se obtiene con la ecuación 5.3, la cual corresponde al método numérico de integración de la regla del trapecio (Figura 5.27).

$$A_{cc} = \sum \left(\frac{V_i + V_j}{2} \right) (\Delta_i - \Delta_j) \quad (5.3)$$

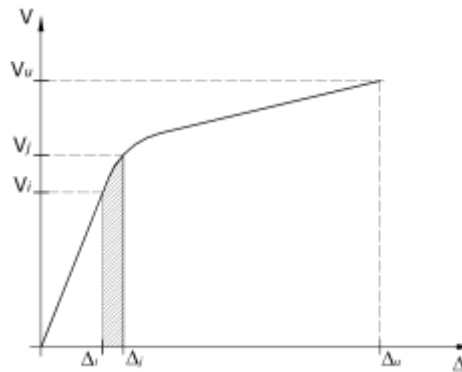


Figura 5.27 Curva de capacidad para marco

- 3) Cálculo de la pendiente inicial (K_{ini}), se obtiene de la relación entre el cortante y desplazamiento de diseño (V_{dis} y Δ_{dis}) de la curva de capacidad del modelo, como indica la ecuación 5.4.

$$K_{ini} = \frac{V_{dis} - V_k}{\Delta_{dis} - \Delta_k} \quad (5.4)$$

- 4) Cálculo del cortante de fluencia (V_y), para esto se definen V_k y Δ_k arbitrariamente (Figura 5.21) y es ajustado mediante un proceso iterativo, hasta satisfacer la condición de igualdad entre el área de curva bilineal idealizada y la curva de capacidad del modelo (A_{cc}).

Con la finalidad de ahorrar cálculos en el proceso iterativo, se propone la ecuación 5.5 para calcular V_y de forma directa. Con esta fórmula se garantiza la condición de igualdad de áreas.

$$V_y = \frac{-K_{ini}(2A_{cc} - Vu\Delta_u)}{Vu - K_{ini}\Delta_u} \quad (5.5)$$

- 5) Cálculo de la deformación de fluencia, una vez definido el cortante de fluencia se obtiene la deformación de fluencia con la ecuación 5.6.

$$\Delta_y = \frac{V_y}{K_{ini}} \quad (5.6)$$

- 6) Trazo de la curva bilineal con los cuatro puntos ya definidos. Se une con una línea roja discontinua la curva idealizada de capacidad, como se muestra en la Figura 5.28.

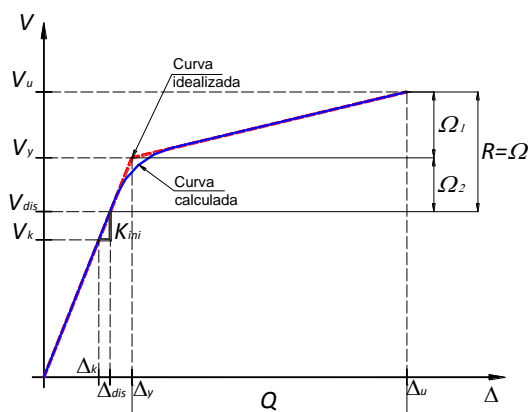


Figura 5.28 Curva de capacidad global de marco con disipadores de energía

donde:

- A_{cc} Es el área de la curva de capacidad calculada.
- K_{ini} Es la rigidez inicial de la curva de capacidad calculada.
- V_y Cortante de diseño.
- V_y Cortante de fluencia.
- V_u Cortante último.
- Δ_{dis} Deformación de diseño.
- Δ_u Deformación última.

Una vez obtenida la curva de capacidad bilineal, se calcula el factor de comportamiento sísmico, con la ecuación 5.8.

$$V_e = K_{ini} \Delta_u \quad (5.7)$$

$$Q = \frac{V_e V_u}{V_u V_y} = \frac{V_e}{V_y} \approx \frac{\Delta_u}{\Delta_y} \quad (5.8)$$

En las Figuras 5.29 y 5.30 se muestran los factores de comportamiento sísmico de todos los modelos analizados. En el eje de las ordenadas se representa Q y en el eje de las abscisas el número de niveles, para las distintas relaciones de α y β .

Como se observa, el parámetro K_2 influye en todos los casos en el valor de este factor, ya que conforme se incrementa K_2 , la ductilidad global es mayor. Otro parámetro que también influye de manera importante es β , cuando éste aumenta su valor, la ductilidad global disminuye. Lo mismo sucedía en el caso de la ductilidad local de los disipadores, pero en menor proporción. Para la ductilidad global el parámetro α no influye de manera importante; en cambio, el número de niveles afecta considerablemente la ductilidad global, en la mayoría de los casos. Se aprecia en las Figuras 5.29 y 5.30 que a mayor número de niveles en los marcos, el factor Q disminuye y viceversa.

Para estructuras de baja altura (5 niveles) el factor de comportamiento sísmico Q varió entre 3.7 y 6.4 para los marcos con $\theta=40^\circ$ y entre 3.5 y 5.7 para los marcos con $\theta=45^\circ$. En general, todos los marcos con esta altura no presentaron deformaciones inelásticas en las vigas, columnas y contravientos, lo que indica que el procedimiento es congruente con los objetivos de diseño estructural propuestos en este estudio, para todos los modelos con este número de niveles.

Para estructuras de mediana altura (10 y 15 niveles), el factor de comportamiento sísmico Q osciló entre 2.9 y 4.6 para los marcos con $\theta=40^\circ$, y entre 2.6 y 4.3 para los marcos con $\theta=45^\circ$. Sin embargo, se presentaron rotaciones inelásticas en las vigas para las relaciones de $\alpha=50$ y 75%; $\beta=25\%$ para $\theta=45^\circ$. Únicamente los marcos con $\theta=40^\circ$ y altura igual a 15 niveles presentaron fluencias en las vigas para la relación de $\alpha=75\%$ y $\beta=25\%$.

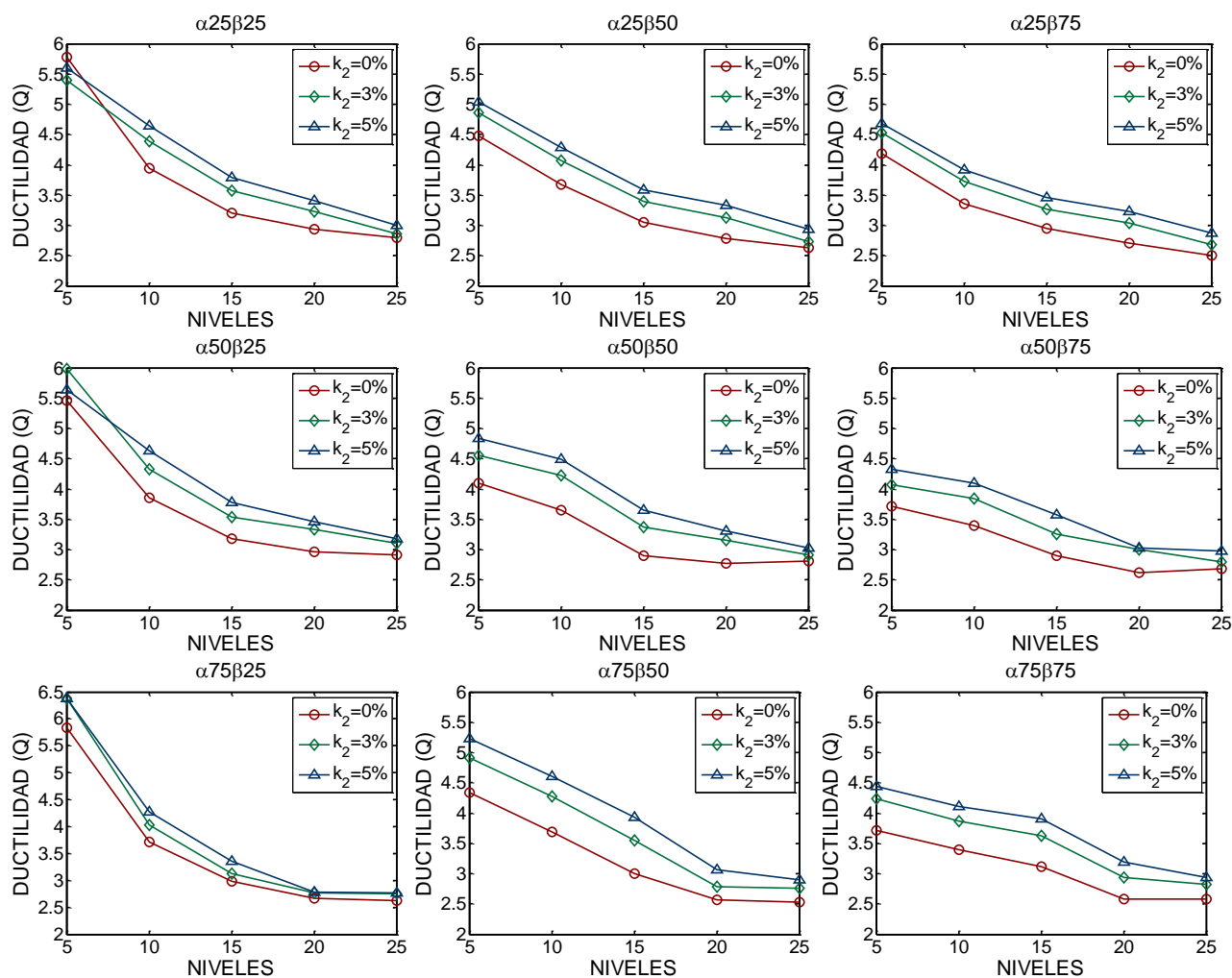


Figura 5.29 Factores de comportamiento sísmico para los modelos con $\theta = 40^\circ$

Sin embargo, los casos más interesantes corresponden a las estructuras altas (20 y 25 niveles). El factor de comportamiento sísmico Q varió entre 2.6 y 3.5 para los marcos con $\theta=40^\circ$, y entre 2.5 y 3.2 para los marcos con $\theta=45^\circ$. Los marcos con $\theta=45^\circ$ y altura igual a 20 niveles presentaron rotaciones inelásticas en las vigas para las relaciones de $\alpha=75\%$ con $\beta=25\%$. Además, los marcos con 25 niveles para todas las relaciones estudiadas de las vigas de los niveles intermedios tuvieron fluencias. Por otra parte, los marcos con $\theta=40^\circ$, para las relaciones de $\alpha=50$ y 75% con $\beta=25\%$, las vigas presentaron el mismo problema. En estas estructuras se presentaron fluencias inelásticas incipientes en las vigas, para la mayoría de los modelos con ángulo de $\theta=45^\circ$, y al igual que en los modelos de mediana altura, disminuye el número de modelos con daños para el ángulo de $\theta=40^\circ$. Lo interesante es que a pesar de cumplir con los objetivos de diseño y comportamiento, no se logró conseguir una ductilidad importante.

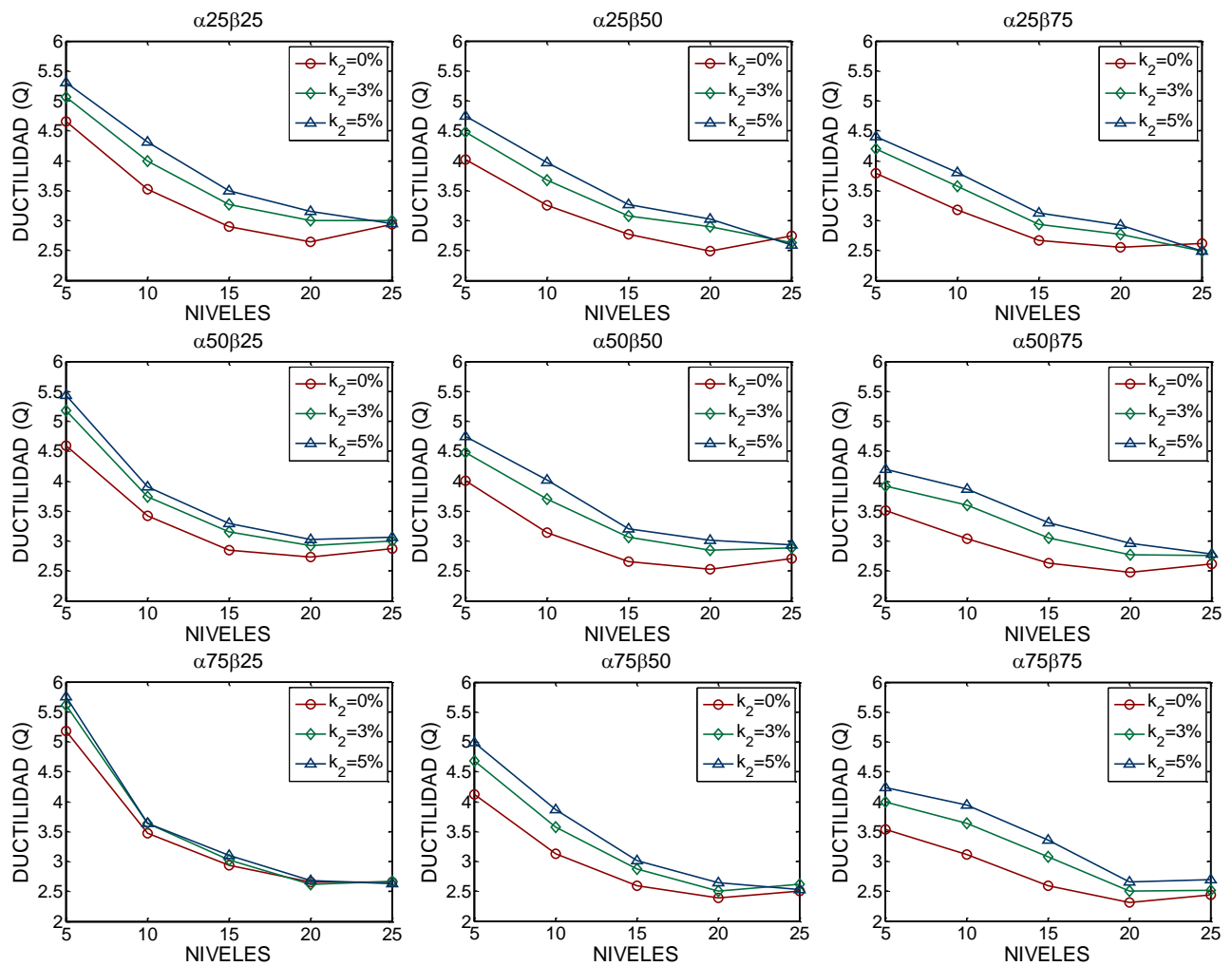


Figura 5.30 Factores de comportamiento sísmico para los modelos con $\theta = 45^\circ$

El hecho que la ductilidad global disminuya en función de la altura de estructura no es nuevo y, de hecho, para marcos de acero con contravientos concéntricos es ya reconocido por el reglamento de Canadá y ha sido corroborado por Tapia y Tena (2011) en el diseño de marcos de acero dúctiles con contraventeo chevrón, donde consideran la ductilidad de diseño en función de la relación entre la altura y base del marco (H/L), debido a que los marcos con contravientos tradicionales son más propensos a la formación de pisos débiles con el aumento de la altura, por lo que la ductilidad global disminuye.

En las Figuras 5.29 y 5.30 se observó para todas las gráficas con $\beta=25\%$ se obtienen factores de comportamiento sísmico más altos, es decir, pero ello también es consecuencia que en estas estructuras se presentaron más rotaciones inelásticas en las vigas en comparación con las demás relaciones de β .

5.5 Factor de reducción por sobrerresistencia (R)

Desde un enfoque de diseño basado en el control de la respuesta dinámica, es muy importante estimar de manera razonable la resistencia lateral de la estructura, ya que de ella dependen las demandas de ductilidad global de las estructuras, y las demandas locales de ductilidad en los elementos estructurales (Park y Paulay 1992).

La reserva de resistencia que existe entre el nivel de fluencia y el primer nivel significativo de la fluencia (primera articulación plástica) se define como el factor de sobrerresistencia estructural, la cual resulta de un número de factores, incluyendo la redistribución de fuerzas internas, requisitos de códigos para la combinación de múltiples cargas, requisitos mínimos con relación al detallado, resistencia de material mayor que la resistencia de diseño, endurecimiento por deformación, miembros sobredimensionados y restricción de la deflexión en el comportamiento del sistema resistente, entre otros (Bruneau *et al.* 1998).

La introducción de un factor de sobrerresistencia (R) en los reglamentos mexicanos es un nuevo concepto que no estaba considerado. Sin embargo, el factor R fue el primero que se introdujo en las NTCS 2004 (Tena-Colunga *et al.* 2009). Para los reglamentos nacionales, el factor de sobrerresistencia depende del periodo natural de la estructura. Se hace esto porque se reconoce que para estructuras de baja altura, el impacto de las combinaciones de cargas gravitacionales en el diseño provee a las estructuras con resistencia lateral adicional (Tena-Colunga *et al.* 2009).

El Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) reconoce que la sobrerresistencia que una estructura puede desarrollar bajo las cargas de un fuerte sismo depende del sistema estructural, como es hecho en otros códigos sísmicos modernos de Estados Unidos (Tena-Colunga *et al.* 2009). Para determinar valores o expresiones del factor de sobrerresistencia, en México se han realizado distintos trabajos de investigación para diversos sistemas estructurales y materiales de construcción. La propuesta actual de los reglamentos vigentes (NTCS-2004 y MOC 2008, 2009) están basadas en pocos estudios disponibles, por lo que son susceptibles de mejora en futuras versiones cuando se cuente con datos más confiables del cálculo de la sobrerresistencia para los distintos sistemas estructurales (Tena-Colunga *et al.* 2009).

Para ser congruente con los reglamentos internacionales y las normas vigentes en México, en especial con las NCTS-2004 en su Apéndice A, se calculó el factor de sobrerresistencia con la ecuación 5.9, donde se relaciona el cortante de diseño (V_{dis}) y el cortante último (V_u) definidos en la curva de capacidad de la Figura 5.28.

$$R = \frac{V_u}{V_{dis}} \quad (5.9)$$

En las Figuras 5.31 y 5.32 se muestran los factores de sobrerresistencia calculados para todos los modelos analizados. En el eje de las ordenadas se representa R y en el eje de las abscisas el número de niveles para las distintas relaciones de α y β .

Como se observa, el parámetro K_2 influye en el valor del factor de sobrerresistencia, ya que conforme se incrementa K_2 , la sobrerresistencia es menor en la mayoría de los casos. Además, el parámetro α también influye de manera importante en la sobrerresistencia, es decir, al incrementar el valor de α , la sobrerresistencia también aumenta. Sin embargo, el parámetro β tiene el efecto contrario en la

sobrerresistencia, ya que al incrementar el valor de β , ésta tiende a disminuir o se mantiene con el mismo valor para la mayoría de los casos.

De las Figuras 5.31 y 5.32, se observa en las gráficas con relación de $\alpha=25\%$, que el valor de la sobrerresistencia oscila entre 1.8 y 2.7 para los marcos con $\theta=40^\circ$, y 1.7 y 2.6 para los marcos con $\theta=45^\circ$, en todas las relaciones de β . También se observa que el factor de sobrerresistencia aumenta conforme se incrementa la altura de los marcos para la mayoría de los casos, pero no influye significativamente para el caso de la ductilidad.

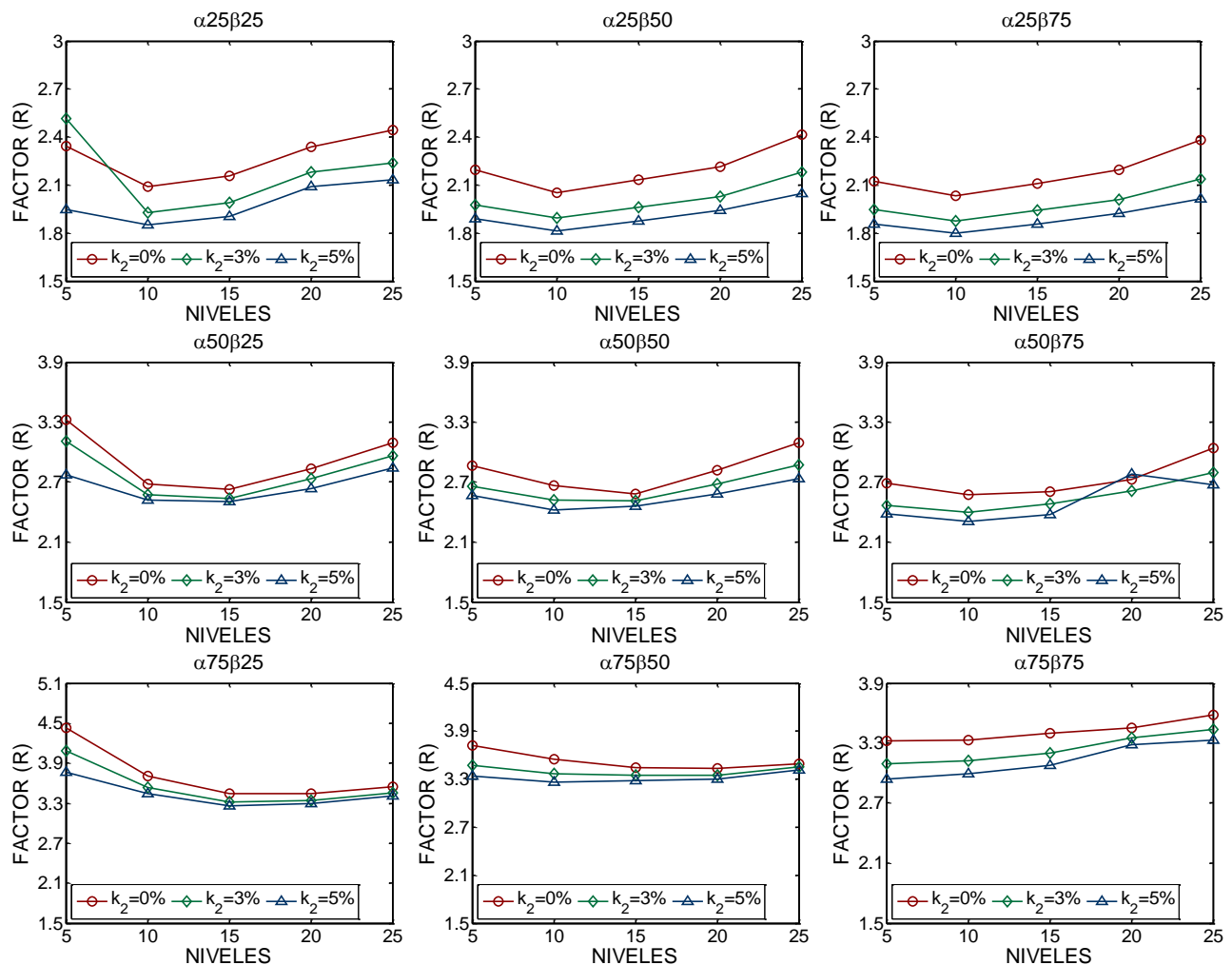


Figura 5.31 Gráficas de sobrerresistencia (R) para distintos niveles con α , β , K_2 variables y $\theta = 40^\circ$

Cuando la rigidez del marco y el sistema contraviento-disipador es igual ($\alpha=50\%$), el valor de la sobrerresistencia varió entre 2.3 y 3.3 para los marcos con $\theta=40^\circ$; 2.3 y 3.0 para los marcos con $\theta=45^\circ$ para todas las relaciones de β . El factor de sobrerresistencia para esta relación de α es mayor que el valor mínimo indicado en el Apéndice A de la NTCS-2004, es decir, $R=2$ cuando $T_e > T_a$. En las Figuras 5.31 y 5.32 para las gráficas de $\alpha=50\%$, se observa que los valores máximos de la sobrerresistencia para esta relación, se encuentran en los modelos con $\beta=25\%$ para los marcos con 5 niveles.

Cuando el sistema contraviento-disipador es más flexible, el valor de la sobrerresistencia aumenta en todos los casos estudiados. Como se observa en las Figuras 5.31 y 5.32 para la relación de $\alpha=75\%$, el intervalo de valores de la sobrerresistencia varía entre 2.9 y 4.4 para los marcos con $\theta=40^\circ$; 2.9 y 4.2 en

los marcos con $\theta=45^\circ$ para todas las relaciones de β . Por lo tanto, el valor máximo de la sobrerresistencia se encuentra en las gráficas con relación de $\alpha=75\%$ y $\beta=25\%$, es decir, en la estructura más flexible de todos los casos de estudio.

Cuando el valor de θ se incrementa, la sobrerresistencia disminuye en general, es decir, que cuando la rigidez total disminuye la sobrerresistencia también, por lo que se puede confirmar que la sobrerresistencia depende de la configuración estructural, como lo manejan varios reglamentos de diseño sísmico internacionales.

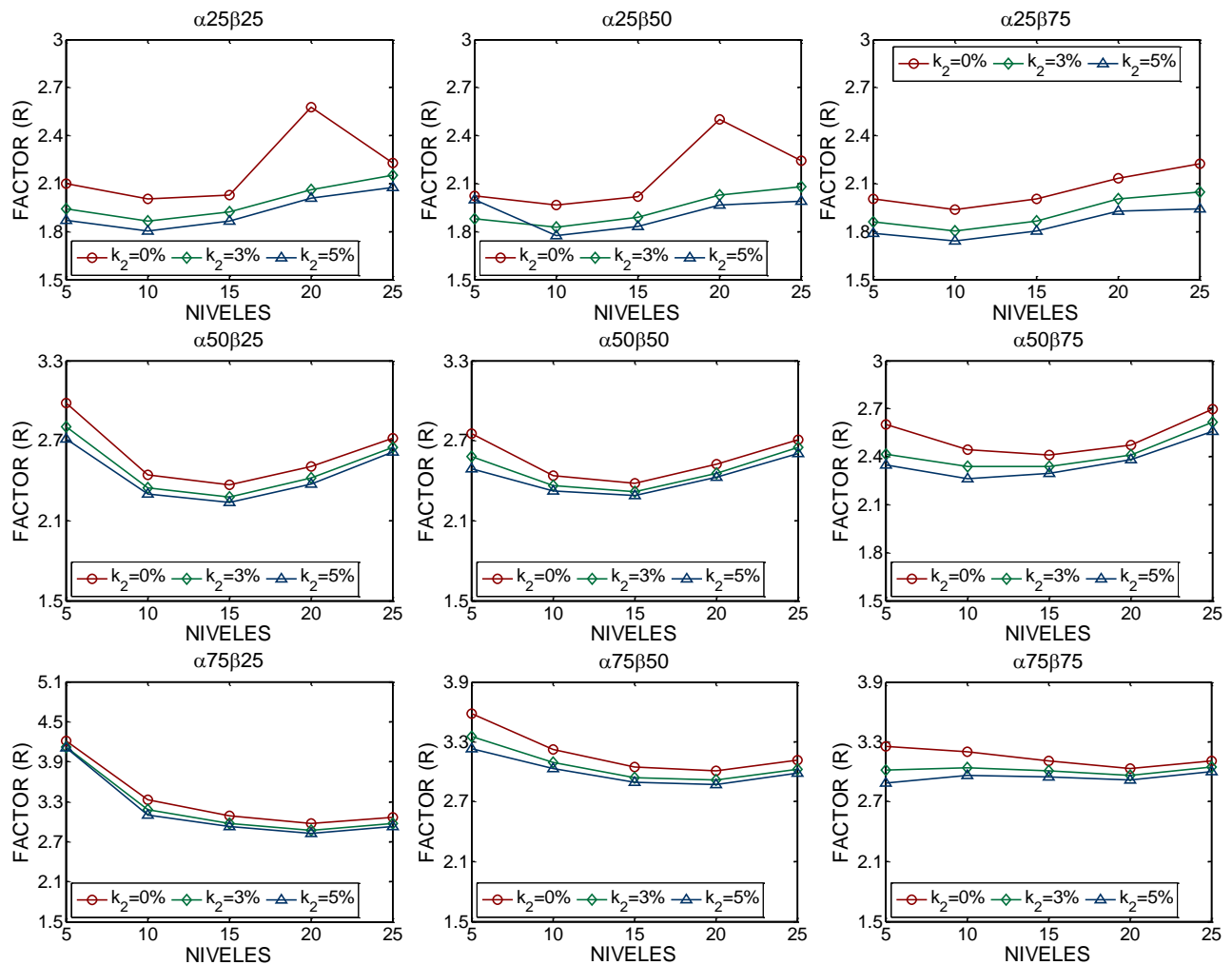


Figura 5.32 Gráficas de sobrerresistencia (R) para distintos niveles con α , β , K_2 variables y $\theta = 45^\circ$

De las gráficas 5.31 y 5.32 se aprecia que el parámetro α es el que tiene mayor influencia en comparación con los otros parámetros de diseño (β , K_2 y θ). Por lo que el factor de sobrerresistencia para los marcos de acero con disipadores de energía debe estar en función de α .

5.6 Distorsiones de entrepiso para revisión del estado límite de servicio (Δ_v)

Para los marcos estudiados se determinaron las distorsiones de fluencia para cada nivel, correspondiente al valor de V_y . Después se obtuvo el promedio de las distorsiones para cada modelo ordenándolos por α y β . Finalmente, se obtuvo el promedio de los modelos para cada relación β y cada relación de α . En la Tabla 5.10 se muestra el resumen de las distorsiones de fluencia para los niveles y combinaciones de α y β , así como para el ángulo de inclinación θ .

Tabla 5.10 Distorsiones de fluencia promedio (%)

NIVEL	α	$\theta=40^\circ$			$\theta=45^\circ$		
		$\beta=25$	$\beta=50$	$\beta=75$	$\beta=25$	$\beta=50$	$\beta=75$
5	25	0.09	0.09	0.08	0.10	0.11	0.09
10	25	0.14	0.14	0.14	0.18	0.19	0.16
15	25	0.17	0.17	0.17	0.23	0.22	0.22
20	25	0.21	0.17	0.17	0.28	0.26	0.25
25	25	0.22	0.19	0.19	0.30	0.27	0.26
5	50	0.12	0.12	0.09	0.15	0.14	0.12
10	50	0.22	0.18	0.16	0.33	0.25	0.21
15	50	0.26	0.26	0.21	0.36	0.32	0.27
20	50	0.24	0.24	0.26	0.36	0.33	0.32
25	50	0.24	0.23	0.22	0.32	0.31	0.31
5	75	0.09	0.10	0.08	0.14	0.11	0.10
10	75	0.21	0.15	0.13	0.28	0.21	0.17
15	75	0.32	0.22	0.17	0.37	0.33	0.25
20	75	0.32	0.28	0.23	0.43	0.37	0.32
25	75	0.31	0.27	0.24	0.37	0.34	0.32

En la Tabla 5.10 se observa que el parámetro α influye en las distorsiones promedio de fluencia, ya que, cuando la estructura es más rígida ($\alpha=25\%$), las distorsiones son menores en comparación con $\alpha=50$ y 75% . También se aprecia que el parámetro β tiene una ligera influencia cuando éste aumenta, esto es, que los valores de la distorsión disminuyen o se mantienen iguales, debido a que el dissipador de energía es más rígido. Además, se observa que las distorsiones para $\theta=45^\circ$ son mayores que las correspondientes a $\theta=40^\circ$. Por otro lado, cuando aumenta el número de niveles, también se incrementan las distorsiones, lo cual es razonable. Las distorsiones promedio de fluencia para los marcos con dissipadores de energía para los ángulos de inclinación $\theta=40^\circ$ y 45° , en general, no exceden el valor de 0.40% (0.004). Este valor corresponde a lo indicado en el Apéndice A de las NTCS-2004(2004), para los elementos no estructurales separados de la estructura principal que no sufran daño.

En las Figuras 5.34 y 5.35 se muestran las distorsiones de fluencia correspondiente a la Tabla 5.10. En estas gráficas se aprecia que las distorsiones promedio se incrementan con la altura, es decir, que entre más alta sea la estructura, más flexible es y por lo tanto las distorsiones son mayores. Sin embargo, los marcos con 25 niveles no son los que tienen las distorsiones de fluencia máximas para la mayoría de los casos, sino que el máximo se presenta en los marcos de 15 niveles para $\theta=40^\circ$ y en 20 niveles para $\theta=45^\circ$ cuando α es mayor que 25% . En las gráficas se observa que las distorsiones promedio de fluencia son mayores cuando el sistema estructural es muy flexible, esto es, cuando se tiene la relación de $\alpha=75\%$ y $\beta=25\%$. Además, las distorsiones promedio máximas se encuentran en los marcos con $\theta=45^\circ$, debido a que son estructuras más flexibles.

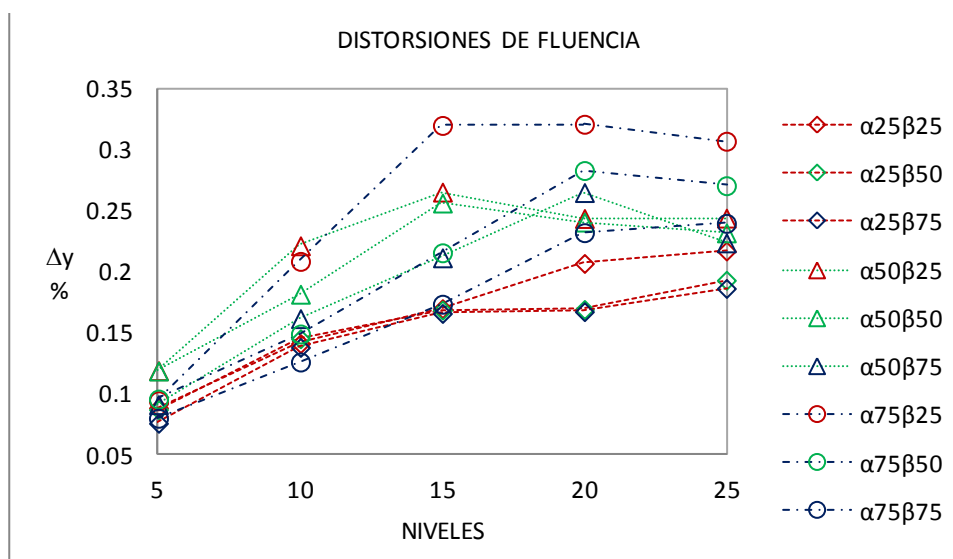


Figura 5.34 Distorsiones de fluencia para distintos parámetros de estudio con $\theta = 40^\circ$

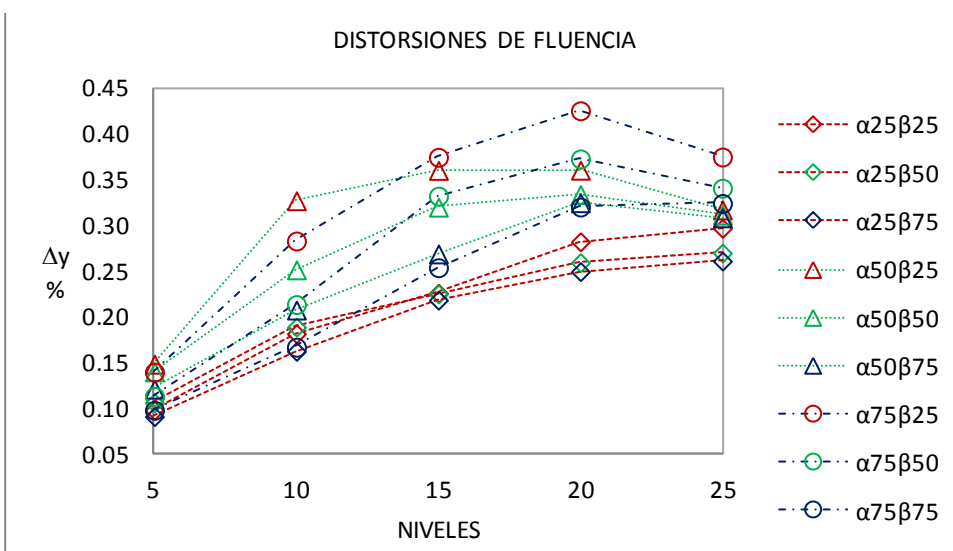


Figura 5.35 Distorsiones de fluencia para distintos parámetros de estudio con $\theta = 40^\circ$

En las Figuras 4.36 y 4.37 se presentan las envolventes de las distorsiones de fluencia para los modelos que cumplen con la metodología de diseño propuesta. Las gráficas de las distorsiones se clasificaron por el parámetro α y niveles de marco. También se asignó un color y tipo de línea a cada relación de β , esto es, cuando $\beta=25\%$ le corresponde una línea roja discontinua, $\beta=50\%$ línea verde punteada y $\beta=75\%$ línea azul punto y raya. Para la mayoría de los marcos, se observa que las distorsiones de fluencia máximas se presentan en las curvas que tienen relación $\alpha=50\%$. También se observa que la distribución de las distorsiones se vuelve irregular con respecto a la altura. En las gráficas se observan tres líneas con la misma calidad y color, esto es, que la primera línea corresponde a $K_2=0$ (valor máximo), la segunda a $K_2=3\%$ (intermedio) y la tercera a $K_2=5\%$ (valor mínimo). Por lo tanto, el parámetro K_2 influye en la distorsión de entrepiso cuando éste incrementa su valor.

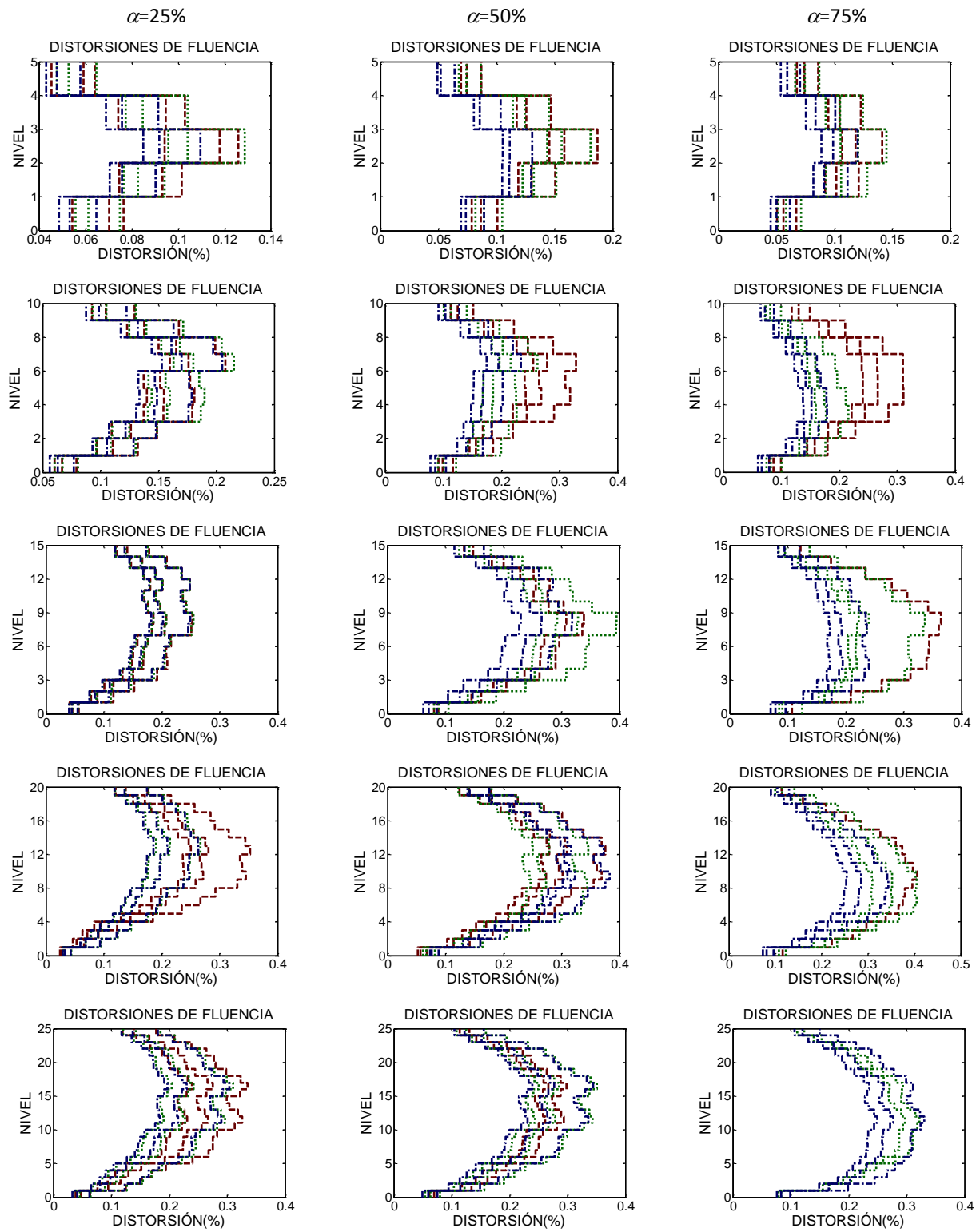


Figura 4.36 Envolvente de distorsiones de fluencia para los marcos con $\theta = 40^\circ$

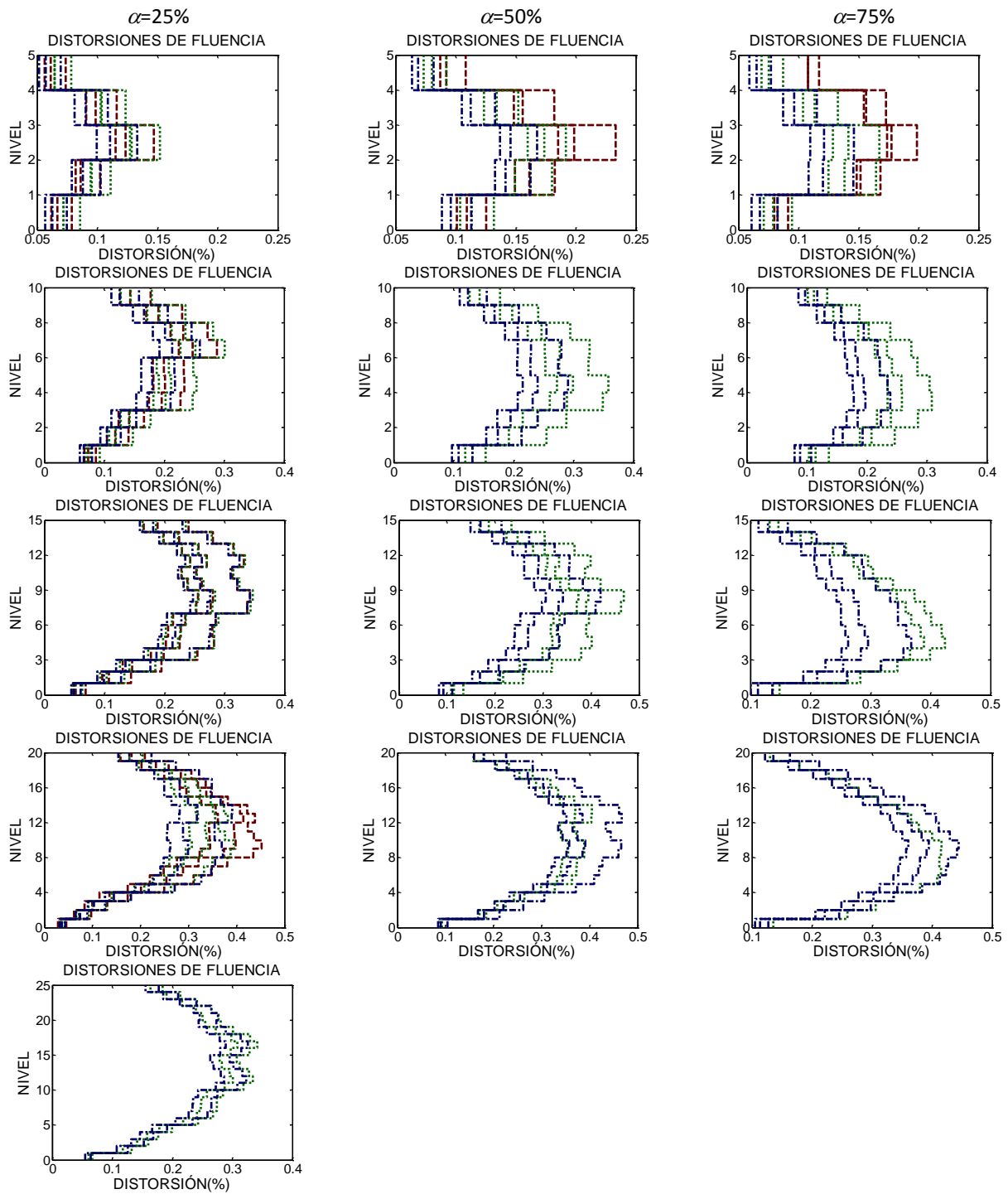


Figura 4.37 Envelope de distorsiones de fluencia para los marcos con $\theta = 45^\circ$

5.7 Distorsiones de entrepiso para revisión del estado límite de colapso (Δ_u)

El cálculo de las distorsiones últimas promedio de entrepiso se realizó calculando el promedio para cada relación de α y β respectivamente, y se usaron únicamente los entrepisos donde los disipadores de energía (y eventualmente alguna viga) tenían deformaciones inelásticas, es decir, que los entrepisos que permanecen con comportamiento elástico no se tomaron en cuenta para el cálculo de las distorsiones promedio.

Tabla 5.11 Distorsiones últimas promedio (%)

NIVEL	α	$\theta=40^\circ$			$\theta=45^\circ$		
		$\beta=25$	$\beta=50$	$\beta=75$	$\beta=25$	$\beta=50$	$\beta=75$
5	25	0.52	0.44	0.35	0.53	0.50	0.40
10	25	0.64	0.62	0.53	0.76	0.73	0.61
15	25	0.62	0.58	0.55	0.75	0.70	0.65
20	25	0.66	0.53	0.51	0.85	0.75	0.69
25	25	0.64	0.55	0.51	0.90	0.74	0.68
5	50	0.67	0.52	0.36	0.74	0.62	0.47
10	50	0.96	0.76	0.62	1.23	0.94	0.75
15	50	0.94	0.86	0.69	1.15	0.97	0.82
20	50	0.80	0.75	0.78	1.06	0.95	0.90
25	50	0.76	0.69	0.64	0.96	0.90	0.85
5	75	0.58	0.45	0.32	0.76	0.51	0.38
10	75	0.82	0.62	0.47	1.01	0.75	0.59
15	75	1.01	0.75	0.61	1.15	0.94	0.76
20	75	0.89	0.79	0.67	1.16	0.95	0.81
25	75	0.85	0.75	0.67	1.02	0.89	0.84

En la Tabla 5.11 se observa que el parámetro α influye también en las distorsiones últimas, esto es, que cuando $\alpha=25\%$, las distorsiones son menores en comparación con $\alpha=50$ y 75% . Sin embargo, el valor máximo de las distorsiones se encuentra cuando $\alpha=50\%$ y $\beta=25\%$ para la mayoría de los casos. También se aprecia que el parámetro β tiene una influencia importante; cuando éste aumenta el valor de las distorsiones disminuyen. Como se mencionó anteriormente, el disipador de energía es más rígido y, por lo tanto, las distorsiones tienden a disminuir. Además, el número de niveles y ángulo de inclinación también influyen en la magnitud de las distorsiones. Otro aspecto que se observa en la Tabla 5.11 fue el valor máximo de la distorsión última para los marcos estudiados; en general, ésta no excede el valor de 1.5% (0.015) establecido en el Apéndice A de las NTCS-2004(2004) para marcos de acero o concreto con contravientos concéntricos. Sin embargo, este tipo de estructuras son más rígidas que los marcos de acero con disipadores de energía.

En las Figuras 4.38 y 4.39, se muestra el valor promedio de las distorsiones últimas promedio para las distintas combinaciones entre α y β . En estas gráficas se observa, en general, que las distorsiones últimas se incrementan con la altura. Sin embargo, los marcos con 25 niveles no son los que tienen las distorsiones máximas sino los marcos con 15 niveles, que son más flexibles, es decir, cuando tienen relaciones de $\alpha=50\%$ y β entre 25 y 50% , y la máxima absoluta cuando $\alpha=75\%$ y $\beta=25\%$, para ambos ángulos de inclinación de los contravientos θ .

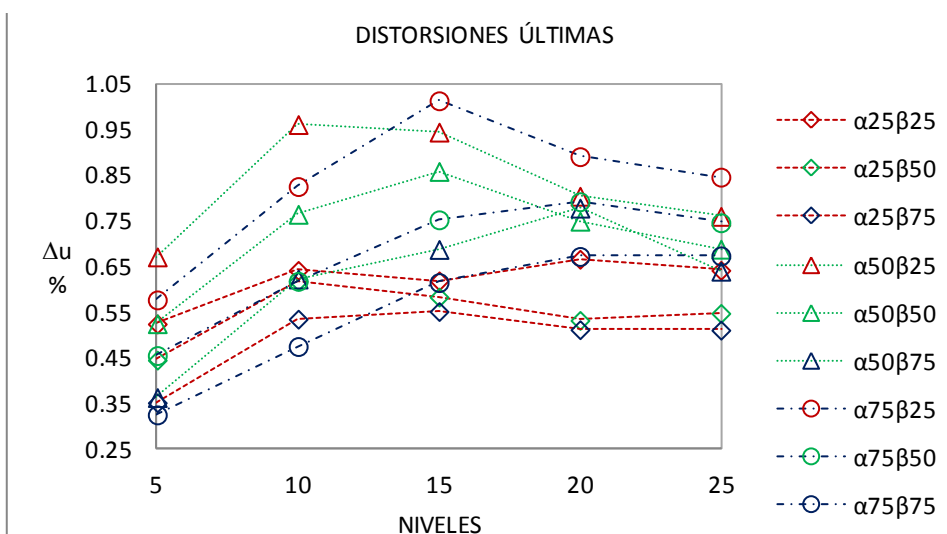


Figura 4.38 Envolvente de distorsiones últimas para los marcos de estudio con $\theta = 40^\circ$

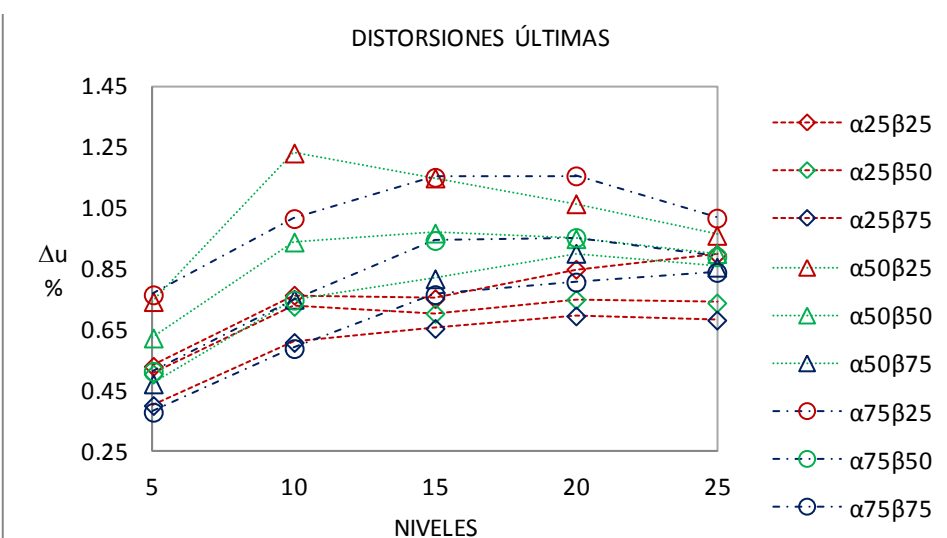


Figura 4.39 Envolvente de distorsiones de fluencia para los marcos de estudio con $\theta = 45^\circ$

En las Figuras 4.40 y 4.41 se presentan las envolventes de las distorsiones últimas para las relaciones “óptimas” de diseño; éstas se agrupan por α y número de niveles. De igual forma que para las distorsiones de fluencia, se le asigna la misma simbología a las gráficas, en éstas se observa que, en general, las distorsiones últimas de entrepiso no exceden el valor de 1.5% (0.015). La distribución de las distorsiones de entrepiso tiene un comportamiento razonable de acuerdo con el nivel de daño que presentan los disipadores de energía. Para los marcos diseñados con $\theta=45$, las gráficas no cubren todos los casos, debido a que los marcos para estas combinaciones no cumplieron con la filosofía de diseño.

En las Figuras 4.40 y 4.41 se observan tres líneas con la misma calidad y color, esto es, que la primera línea corresponde a $K_2=0$ (valor máximo), la segunda a $K_2=3\%$ (intermedio) y la tercera a $K_2=5\%$ (valor mínimo). Por lo tanto, el parámetro K_2 influye en la distorsión de entrepiso cuando éste incrementa su valor.

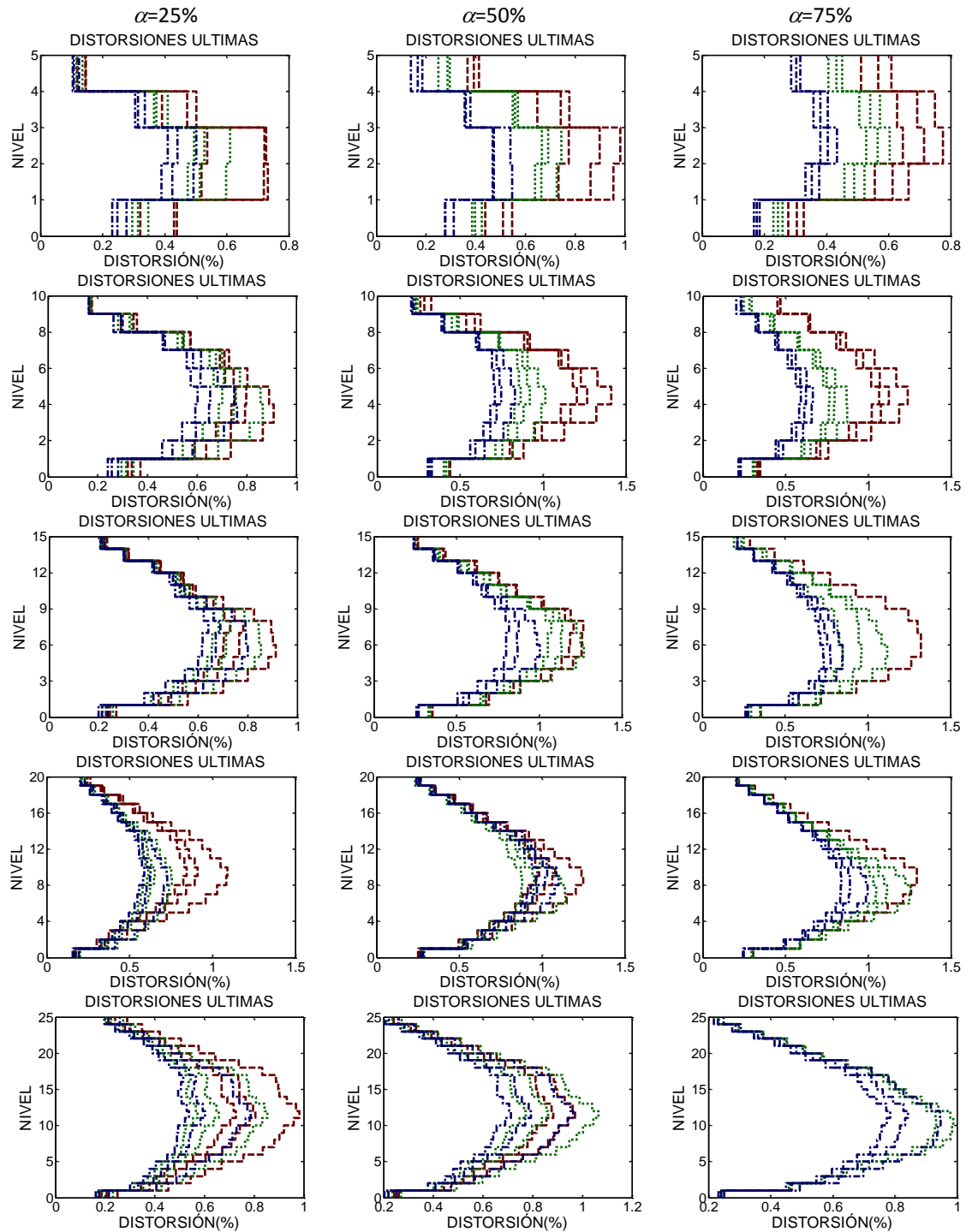


Figura 4.37 Envolvente de distorsiones últimas para los marcos de estudio con $\theta = 40^\circ$

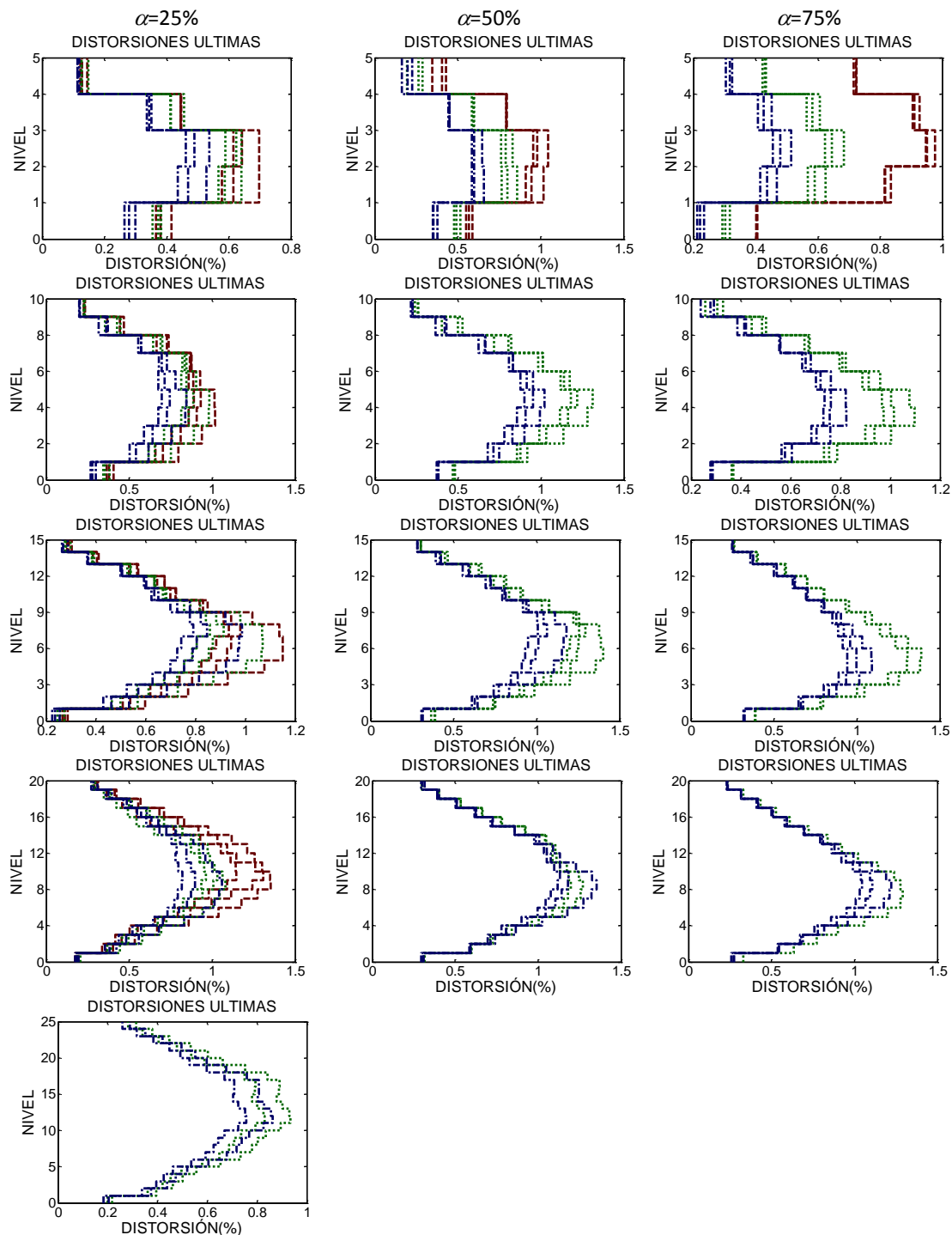


Figura 4.38 Envolvente de distorsiones últimas para los marcos de estudio con $\theta = 45^\circ$

La distribución de las distorsiones últimas de entrepiso de todos los modelos estudiados se presentan en el Apéndice D.

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este trabajo de investigación se estudiaron los parámetros de diseño para las estructuras de acero con disipadores de energía tipo histeréticos, soportados por contravientos tipo chevrón (“V” invertida). La finalidad de esta investigación es proponer balances óptimos de diseño entre la rigidez lateral del marco (K_{marco}) y el sistema contraviento-disipador (K_{eq}). Para esto se realizó el análisis no lineal de 270 modelos con distintas combinaciones entre los parámetros de diseño.

La influencia que tienen los parámetros sobre la estructura con disipadores de energía se presenta con detalle en el Capítulo 4 de este trabajo de investigación. A continuación se comentan los aspectos más relevantes de los análisis realizados con respecto a las variables de diseño.

La pendiente posterior a la fluencia (K_2) del disipador de energía influye en la ductilidad local de los disipadores de energía: cuando K_2 se incrementa, la ductilidad local también. Este comportamiento se observa en los pisos superiores de los mapas de demandas inelásticas, para la mayoría de los casos, también se observa en las gráficas de demanda de ductilidad de los disipadores. De igual modo, para el factor de comportamiento sísmico (Q), se observa que la ductilidad global aumenta cuando K_2 incrementa su valor en general. Sin embargo, para el caso del factor de sobrerresistencia (R), sucede lo contrario, esto es, cuando K_2 se incrementa, la sobrerresistencia disminuye en general.

Otro aspecto importante de K_2 es en el nivel de daño que presentan los marcos estudiados. Cuando K_2 es mayor que cero hay un menor número de elementos con rotaciones inelásticas, debido a que las distorsiones de entrepiso son menores en comparación con los disipadores que tienen un comportamiento elastoplástico perfecto ($K_2=0$), como se muestra en las envolventes de distorsiones últimas del Apéndice D de este trabajo de investigación.

El contraste de rigidez entre el marco y el sistema contraviento-disipador (α) tiene una importante relación con la ductilidad de los disipadores, ya que cuando α se incrementa, la rigidez del sistema contraviento-disipador disminuye, es decir, éste es más flexible. Por lo tanto, la distorsión de entrepiso aumenta provocando un mayor daño en los disipadores. Por otra parte, cuando $\alpha > 25\%$, la ductilidad local de los disipadores en los pisos superiores es mayor para los marcos con alturas menores que 10 niveles; sin embargo, para los marcos con altura superior a 10 niveles, la variación es mínima o nula para estos entrepisos.

Además, el parámetro α influye de manera importante en la respuesta estructural de los marcos de acero con disipadores de energía, ya que la rigidez lateral del sistema contraviento-disipador es menor cuando α se incrementa, es decir, cuando la rigidez lateral total (K_{total}) aumenta, el número de deformaciones inelásticas en los elementos principales de la estructura es menor. Por ejemplo, las estructuras diseñadas con $\alpha=25\%$, en la mayoría de los casos, cumplen con el procedimiento de diseño, ya que los únicos elementos que presentan daño son los disipadores de energía, mientras que los demás elementos están en el intervalo elástico. Sin embargo, para los marcos con 25 niveles, $\beta=25\%$ y $\theta=45^\circ$ no se cumple con el objetivo de marco elástico, como se muestra en los mapas de demandas inelásticas (Apéndice C).

Desde el punto de vista económico, diseñar edificios nuevos con relación de $\alpha=25\%$ no es conveniente, ya que resultan secciones robustas en los contravientos. Sin embargo, esta relación cumple con los objetivos de diseño para todos los niveles, y también para la mayoría de las combinaciones de los parámetros de diseño que se consideran en la metodología de diseño propuesta.

Para el caso del factor de sobrerresistencia (R), el parámetro α interviene de forma favorable, ya que cuando α incrementa su valor, la sobrerresistencia también, como se muestra en las gráficas de sobrerresistencia del Capítulo 5. Esto puede deberse al sobredimensionamiento de algunos elementos estructurales. Sin embargo, para el factor de comportamiento sísmico (Q) el valor de α influye incipientemente: al incrementarse el valor de α , el factor Q aumenta ligeramente. También las distorsiones de entrepiso aumentan conforme se incrementa α , como se mencionó anteriormente, el sistema contraviento-disipador es más flexible y, por lo tanto, la distorsión de entrepiso aumenta.

Otro parámetro que también se analizó fue el contraste de rigidez entre el contraviento y el disipador de energía (β), el cual influye en la ductilidad local (μ_d) del disipador. Cuando β incrementa su valor, la ductilidad local aumenta ligeramente, o no cambia para la mayoría de los casos, como se observa en las gráficas de demandas de ductilidad de los disipadores del Capítulo 4. También se observó la influencia que tiene β en la ductilidad global (Q) de los marcos, ya que a mayor valor de β , la ductilidad global disminuye, es decir, al ser más rígido el disipador de energía, el número de elementos (vigas) con fluencias en el marco disminuye y, por lo tanto, la ductilidad global también. Este comportamiento se observa en las Tablas 5.1 a 5.6, y en los mapas de demandas inelásticas del Apéndice C.

Un aspecto muy importante de β es en la parte de la respuesta estructural, ya que cuando los marcos se diseñaron con $\beta=25\%$, en la mayoría de los modelos que no cumplieron con los objetivos de diseño, hubo un mayor número de fluencias en las vigas en comparación con otras relaciones de β . Para garantizar que se cumplan los objetivos de diseño de la metodología presentada, es necesario usar relaciones de $\beta>25\%$ ya que con estas se obtienen disipadores más rígidos y, por lo tanto, el daño en las vigas disminuye, como se mencionó anteriormente.

En este trabajo de investigación se determinaron los factores de comportamiento sísmico (Q) y sobrerresistencia (R), para reducir el espectro de diseño sísmico, también se determinaron las distorsiones de fluencia (Δ_f) y últimas (Δ_u) de entrepiso. A continuación se presenta un resumen de los resultados obtenidos para cada uno de los factores y distorsiones antes mencionados.

Para estructuras de baja altura (5 niveles), el factor de comportamiento sísmico Q varió entre 3.7 y 6.4 para los marcos con $\theta=40^\circ$ y entre 3.5 y 5.7 para los marcos con $\theta=45^\circ$. En general, todos los marcos con esta altura no presentaron deformaciones inelásticas en las vigas, columnas y contravientos, por lo que el procedimiento es congruente con los objetivos de diseño estructural propuestos.

Para estructuras de mediana altura (10 y 15 niveles), el factor de comportamiento sísmico Q osciló entre 2.9 y 4.6 para los marcos con $\theta=40^\circ$, y entre 2.6 y 4.3 para los marcos con $\theta=45^\circ$. Sin embargo, se presentaron rotaciones inelásticas en las vigas para las relaciones de $\alpha=50$ y 75% con $\beta=25\%$ para $\theta=45^\circ$. Para $\theta=40^\circ$, se presentaron fluencias en las vigas cuando se diseñó con $\alpha=75\%$ y $\beta=25\%$ para los marcos con 15 niveles de altura.

En las estructuras altas, el factor de comportamiento sísmico Q varió entre 2.6 y 3.5 para los marcos con $\theta=40^\circ$, y entre 2.5 y 3.2 para los marcos con $\theta=45^\circ$. Sin embargo, a pesar de cumplir con los objetivos de diseño y comportamiento, no se logró conseguir una ductilidad importante.

La ductilidad global de los parámetros de estudio no influyen de manera importante como el número de niveles de manera general, ya que a mayor número de niveles en los marcos, el factor Q disminuye y viceversa. Esta tendencia se presenta en marcos de acero con contravientos concéntricos, es reconocida por el reglamento de Canadá y ha sido corroborado por Tapia y Tena (2011) en el diseño de marcos de acero dúctiles con contraviento chevrón, debido a que los marcos con contravientos tradicionales son más propensos a la formación de pisos débiles; con el aumento de la altura la ductilidad global disminuye.

Por otra parte, el parámetro α influye de manera importante en la sobrerresistencia: al incrementar el valor de α , la sobrerresistencia también aumenta. Sin embargo, el parámetro β tiene el efecto contrario en la sobrerresistencia, ya que al incrementar el valor de β , esta tiende a disminuir o se mantiene con el mismo valor para la mayoría de los casos. También se observa que el factor de sobrerresistencia aumenta conforme se incrementa la altura de los marcos para ciertos casos, pero no influye significativamente como para el caso de la ductilidad.

Los valores del factor de sobrerresistencia cuando $\alpha=25\%$, oscilaron entre 1.8 y 2.7 para los marcos con $\theta=40^\circ$, y entre 1.7 y 2.6 para los marcos con $\theta=45^\circ$. Cuando la rigidez del marco y el sistema contraviento-disipador es igual ($\alpha=50\%$), el valor de la sobrerresistencia varió entre 2.3 y 3.3 para los marcos con $\theta=40^\circ$, y entre 2.3 y 3.0 para los marcos con $\theta=45^\circ$ para todas las relaciones de β . Para esta relación de α , la sobrerresistencia es mayor que el valor mínimo propuesto en el Apéndice A de las NTCS-2004 (2004), es decir, $R=2$ cuando $T_e > T_a$.

Cuando $\alpha=75\%$, el sistema contraviento-disipador es más flexible y el valor de la sobrerresistencia aumenta en todos los casos estudiados. Para esta relación de α , el intervalo de valores de la sobrerresistencia varió entre 2.9 y 4.4 para los marcos con $\theta=40^\circ$, y entre 2.9 y 4.2 para los marcos con $\theta=45^\circ$. La razón por la que la sobrerresistencia aumente drásticamente se debe a que las columnas de los marcos están sobredimensionadas.

Cuando el valor de θ se incrementa, la sobrerresistencia disminuye en general, es decir, cuando la rigidez total aumenta, la sobrerresistencia disminuye, por lo que se puede confirmar que la sobrerresistencia depende de la configuración estructural, como lo manejan varios de los reglamentos de diseño sísmico internacionales.

El parámetro α influye en las distorsiones de fluencia, ya que cuando la estructura es más rígida ($\alpha=25\%$), las distorsiones son menores en comparación con $\alpha=50$ y 75% . También se aprecia que el parámetro β tiene una ligera influencia cuando éste aumenta, es decir, los valores de la distorsión disminuyen o se mantienen iguales debido a que el disipador de energía es más rígido. Además, se observa que las distorsiones para $\theta=45^\circ$ son mayores que las correspondientes a $\theta=40^\circ$. Por otro lado, cuando aumenta el número de niveles, también se incrementan las distorsiones, lo cual es razonable.

Las distorsiones máximas de fluencia para los marcos con disipadores de energía montados en los contravientos con ángulos de inclinación de $\theta=40^\circ$ y 45° fueron de 0.32 y 0.43, respectivamente. En general, estas distorsiones no exceden o están cercanas al valor de 0.40% (0.004). Este valor

corresponde a lo indicado en el Apéndice A de las NTCS-2004(2004), para los elementos no estructurales separados de la estructura principal que no sufran daño.

De igual forma, el parámetro α influye también en las distorsiones últimas de entrepiso, esto es, que cuando la estructura es más rígida, las distorsiones de entrepiso son menores en comparación con las demás relaciones de α estudiadas. Sin embargo, el valor máximo de las distorsiones se encuentra cuando $\alpha=50\%$ y $\beta=25\%$ para la mayoría de los casos. También se observó que el parámetro β tiene una influencia importante; cuando éste incrementa su valor, las distorsiones disminuyen. Además, el número de niveles y ángulos de inclinación también influyen en la magnitud de las distorsiones.

Las distorsiones máximas últimas para los marcos con disipadores de energía montados en los contravientos con ángulos de inclinación de $\theta=40^\circ$ y 45° fueron de 1.01 y 1.23, respectivamente. En general, estas distorsiones no exceden el valor de 1.50% (0.015) establecido en el Apéndice A de las NTCS-2004 (2004) para marcos de acero o concreto con contravientos concéntricos. Sin embargo, este tipo de estructuras son más rígidas que los marcos de acero con disipadores de energía.

La distribución de las distorsiones últimas de entrepiso tiene un comportamiento razonable de acuerdo con el nivel de daño que presentan los disipadores de energía. Para los marcos diseñados con $\theta=45^\circ$, no se pudieron cubrir todos los casos de estudio debido a que éstos no cumplieron con la filosofía de diseño.

Como se observó en todos los diseños de los marcos de acero con disipadores de energía, se logró alcanzar la ductilidad de diseño de los disipadores sin que las columnas y contravientos presentaran deformaciones inelásticas. Sin embargo, los marcos de acero pueden soportar más carga lateral siempre y cuando las rotaciones inelásticas en las vigas no presenten mecanismos inestables.

De los resultados obtenidos con la metodología de diseño para marcos dúctiles de acero con disipadores de energía histeréticos, montados en contravientos tipo chevrón, se proponen parámetros globales de diseño sísmico que se pueden incluir claramente, en el Apéndice A de las NTCS-2004 y el MOC-2008.

La metodología de diseño propuesta para marcos de acero con disipadores de energía, en la mayoría de los casos cumplen favorablemente con los objetivos del diseño por capacidad definidos en el Capítulo 3, esto es que el sistema contraviento-disipador es el primero en fallar, después las vigas y al final las columnas. De los resultados obtenidos se observó que, los marcos diseñados con los valores de $50\% < \beta < 75\%$; $K_2 > 0$ y para distintos valores de α , en general cumplen con las consideraciones de diseño. Sin embargo, cuando los marcos se diseñan con $\theta=45^\circ$, $\beta=25\%$, $K_2=0$ se presenta una mayor cantidad de rotaciones de inelásticas en los extremos de las vigas, debido a que los disipadores de energía son muy flexibles y tiene menor capacidad de absorber energía, además de que las distorsiones de entrepiso son mayores en comparación con otros los diseños. De lo anterior se recomienda evitar estructuras con los siguientes valores $\alpha=75$, $\beta=25$ y $K_2=0$, por ser los marcos que presentaron un mayor número de deformaciones inelásticas en las vigas.

Con la intención de corroborar y cubrir el mayor número de parámetros que intervengan en el diseño y la respuesta de los edificios de acero con disipadores de energía histeréticos es necesario considerar, en futuros trabajos, análisis dinámicos y la posibilidad de que los marcos no sean dúctiles o que las conexiones no sean totalmente rígidas.

REFERENCIAS

1. AISC-358-10 (2014), "Prequalified connections for special and intermediate steel moment frame for seismic applications", American Institute of Steel Construction, enero, United States of America.
2. Amateco, R. T., Escobar, S. J. y Dyer, J.N. (2004), "Modelo histerético de los materiales con deterioro de rigidez y resistencia" *Memorias, XIV Congreso Nacional de Ingeniería Estructural*, Acapulco, Guerrero, México, pp. 1-13.
3. Abreu, D. R. A. (2006), "Aproximación modal espectral al diseño sísmico por desempeño de edificios asimétricos", Tesis de maestría, Programa de maestría y doctorado en ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Capítulo 5.
4. Bazán, E. y Meli, R. (2000), **Diseño sísmico de edificios**, tercera reimpresión, Limusa/Noriega editores.
5. Bruneau, M., Uang, C. M. y Whittaker, A. (1998), **Ductile design of steel structures**, 1ª ed., McGraw Hill.
6. Buen, L. O. (1988), **Estructuras de acero comportamiento y diseño**, 1ª ed., (2ª reimpresión), Editorial Limusa.
7. Cahís, C. X. (2000), "Desarrollo de un nuevo disipador de energía para diseño sismorresistente. Análisis numérico y validación experimental de su comportamiento", **Tesis de Doctorado**, Departamento de la Ingeniería de la Construcción, Universidad Politécnica de Cataluña, Capítulo 6.
8. Chopra, A. K. y Goel, R. K. (1999), "Capacity Demand Diagram Methods Based on Inelastic Design Spectrum", **Earthquake Spectra**, noviembre, Vol. 15, No. 4, pp. 637-656.
9. Chopra, A. K. (2012), **Dynamics of Structures**, 4ª ed., Prentice Hall/Pearson.
10. Crisafulli, F. J. (2013), **Diseño sismorresistente de construcciones de acero**, 3ª ed., Asociación Latinoamericana del Acero.
11. CSI-2005 (2005), "CSI analysis reference manual for SAP2000, ETABS, and SAFE", Computers and Structures, Inc., Berkeley, California, USA, octubre.
12. Deierlein, G. G., Reinhorn, A. M. y Willford M. R. (2010), "Nonlinear Structural Analysis for Seismic Design", NEHRP Seismic Design Technical Brief, National Institute of Standards and Technology, octubre, No. 4, pp. 1-32.
13. Del Valle, E. (1988), "Amortiguamiento adicional para reducir efectos sísmicos", **Revista de Ingeniería Sísmica**, No. 32, pp. 49-76.
14. Gómez, C. (2013), *Apuntes del curso de dinámica estructural*, Posgrado en Ingeniería Estructural Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, enero-abril.

15. Jara, J.M. (1994), "Estado del arte sobre dispositivos para reducir daños provocados por temblores", *Revista de Ingeniería Sísmica*, No. 47, pp. 35-79.
16. IMCA, (2001), **Manual de construcción en acero-DEP**, 3ª ed., Vol. 1, Limusa.
17. Masahiko, H. y Shin, O. (2006), **Response control and seismic isolation of buildings**, 1ª ed., Taylor & Francis.
18. Miranda, E. (1994), "Observaciones a los criterios de diseño sismorresistentes del reglamento de construcciones para el Distrito Federal", *Revista de Ingeniería Sísmica*, No. 50, pp. 15-30.
19. NTCA-04 (2004), "Normas Técnicas Complementarias sobre Criterios y Acciones para el Diseño Estructural de las Edificaciones", *Gaceta Oficial del Distrito Federal*, octubre, Distrito Federal, México.
20. NTCM-04 (2004), "Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras Metálicas", *Gaceta Oficial del Distrito Federal*, octubre, Distrito Federal, México.
21. NTCs-04 (2004), "Normas Técnicas Complementarias para diseño por Sismo", *Gaceta Oficial del Distrito Federal*, octubre, Distrito Federal, México.
22. Montiel, M. A. y Ruiz, S. E. (2006), "Criterio de diseño sísmico para el refuerzo de edificios con disipadores de energía basado en la confiabilidad y desempeño estructural", *Memorias, XV Congreso Nacional de Ingeniería Estructural*, Puerto Vallarta, Jalisco, México, noviembre, pp. 1-12.
23. Paulay, T. y Priestley, M.J.N. (1992), **Seismic design of reinforced concrete and masonry buildings**, 1ª ed., John Wiley and Sons.
24. Prakash, V., Powell, G. H. y Fillipou, F. (1992), "Drain-2DX: Base Program User Guide", *Report No.UCB/SEMM-92/29*, Department of Civil Engineering, University of California at Berkeley.
25. Rosenblueth, E., De Buen, O. y Miranda, E. (1991), **Comentarios a las normas técnicas complementarias por sismo**, series del instituto de ingeniería, ES-7.
26. Ruiz, S. E., (2003), "Algunas recomendaciones para el refuerzo sísmico de edificios, empleando disipadores de energía", *Revista Digital Universitaria*, marzo, Vol. 4.
27. Ruiz, S. E., (2011), **Recomendaciones para diseño de edificios con disipadores de energía (en el marco de las NTCDS del RCDF), con comentarios**, IIUNAM, serie investigación y desarrollo publicación arbitrada, abril, SID/667.
28. Salmon, C. G. (2009), **Steel structures design and behaviour**, 5ª ed., Prentice Hall/Pearson.
29. Sain, M.K. y Spencer, B.F. (1997), "Model for Hysteresis and Application to Structural control", *American Control Conference*, junio, Vol. 1, pp. 16-20.
30. Segui, W. T. (2000), **Diseño de estructuras de acero**, 2ª ed., Internacional Thomson Editores.

31. Soong, T. T. y Spencer, B.F. (2000), "Active, semi-active and hybrid control of structures", *Memorias, 12th World Conference on Earthquake Engineering*, Auckland, Nueva Zelanda, enero, Vol. 33, No. 3, pp. 387-402.
32. Spencer, B.F., y Sain, M.K. (1997), "Controlling buildings: a new frontier in feedback", ***Special Issue of the IEEE Control Systems Magazine on Emerging Technology***, diciembre, Vol. 17, No. 6, pp. 19-35.
33. Tapia, E. y Tena, A. (2013), "Diseño sísmico marcos de acero contraventeados. Parte 1: recomendaciones de diseño", ***Revista de Ingeniería Sísmica***, No. 88, pp. 43-68.
34. Tapia, E. y Tena, A. (2011), "Factores de ductilidad y sobrerresistencia en marcos de acero con contraventeo chevrón", ***Revista de Ingeniería Sísmica***, No. 84, pp. 47-68.
35. Tena, A. (2014), *Apuntes del curso de sistemas de control de la respuesta sísmica*, Posgrado en Ingeniería Estructural Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, enero-abril.
36. Tena, A. (2000), "Modelado analítico de edificios con disipadores de energía", ***Revista de Ingeniería Sísmica***, No. 62, pp. 29-62.
37. Tena-Colunga, A. (2007), "State of the art and state of practice for energy dissipation and seismic isolation of structures in Mexico", *Memorias, 10th World Conference on Seismic Isolation, Energy Dissipation and Active Vibration Control of Structures*, Estambul, Turquía, mayo, pp. 101-129.
38. Tena-Colunga, A., Mena-Hernández, U., Pérez-Rocha, L.E., Avilés, J., Ordaz, M. y Vilar J.I. (2009), "Updated Seismic Design Guidelines for Model Building Code of Mexico", ***Earthquake Spectra***, Vol. 25, No. 4, pp. 869-898.
39. Tena, A. y Nangullasmú, H.J. (2013), "Diseño sísmico de marcos no dúctiles de concreto reforzado con disipadores de energía histeréticos definición de parámetros de diseño", ***Revista Internacional de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil***, Vol. 13, No. 2, pp. 275-299.
40. UCB/EERC (2012). *Applications of Passive Protective Systems Around the World*, Protective Systems Research Group, Earthquake Engineering Research Center, University of California at Berkeley, Berkeley, CA, USA. <http://nisee.berkeley.edu/prosys/applications.html>.
41. Vargas, R. y Bruneau M. (2009), "Analytical response and design of buildings with metallic structural fuses. I", ***Journal of Structural Engineering ASCE***, Vol. 135, No. 4, pp. 386-393.

APÉNDICE A

A.1. Diseño de sistema de piso (Losacero)

En este apéndice se presenta el diseño del sistema de piso formado por losacero, las características de este sistema estructural son las siguientes: firme de concreto de 5 cm de espesor con $f'_c = 200 \text{ kg/cm}^2$ reforzado con malla electrosoldada tipo 6x6-6/6 (separación entre alambre de 15 cm y calibre de número 6 (4.88 mm) en ambas direcciones). La losacero se apoya en vigas acero de sección IR (vigas secundarias), separadas cada 2 m y distribuidas en forma de tablero de ajedrez. Como se muestra en la Figura A.1.

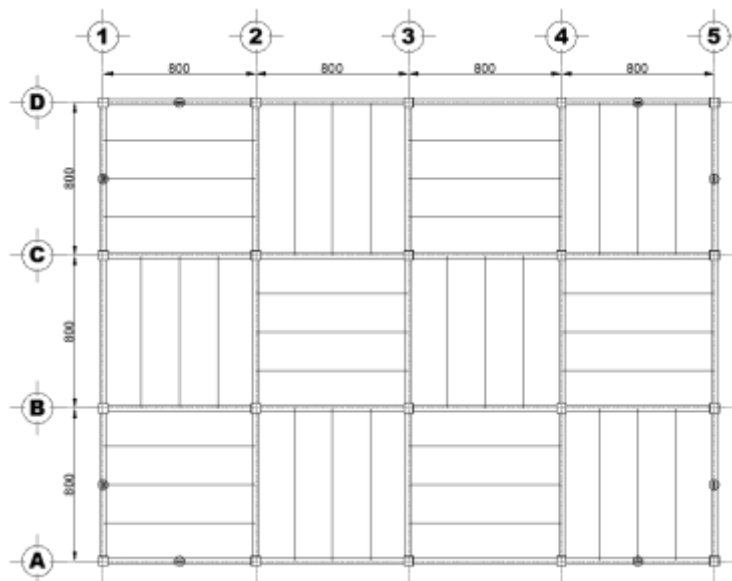


Figura A.1 Planta estructural (tipo) de edificio de oficinas

Las cargas verticales usadas en el diseño de las losacero para la zona de azotea y oficina (entrepisos) se presentan a continuación de forma detallada:

Carga muerta en azotea

Impermeabilizante	10	kg/m ²
Firme de 3 cm	66	kg/m ²
Relleno de tezontle de 10 cm	150	kg/m ²
RCDF	40	kg/m ²
Instalaciones	30	kg/m ²
Plafón	40	kg/m ²
Σ	336	kg/m²

Carga muerta en oficinas

Muros divisorios	100	kg/m ²
Piso terminado	70	kg/m ²
RCDF	40	kg/m ²
Instalaciones	20	kg/m ²
Plafón	40	kg/m ²
Σ	270	kg/m²

En la Figura A.2 se muestran las dimensiones de la sección de la losacero usada para el soporte de las cargas verticales.

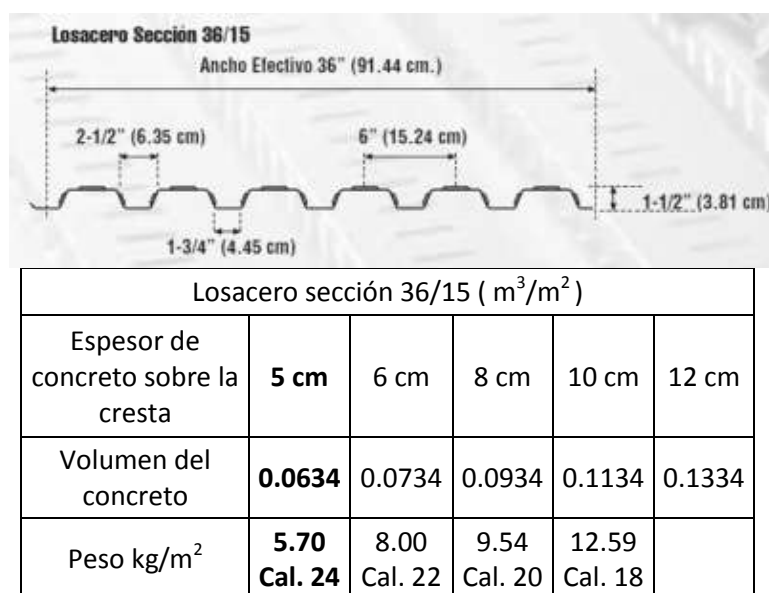


Figura A.2 Geometría, volumen de concreto y peso de losacero sección 36/15 (tabla modificada de manual IMSA)

Carga de losacero

Losacero 36/15	6	kg/m ²
Firme 5 cm	146	kg/m ²
$\Sigma = 152$		kg/m ²

Las cargas vivas y muertas definidas para el diseño de la losacero son las que se muestran a continuación:

	W_m kg/m ²	$W_{losacero}$ kg/m ²	W_{cvmax} kg/m ²	W_{cvacc} kg/m ²	W_{cm} kg/m ²
Azotea	336	152	100	70	488
Oficina	270	152	250	180	422

Las sobrecargas admisibles para seleccionar la sección de la losacero para la azotea es 588 kg/m² (590 kg/m²) y para oficinas es 672 kg/m² (680 kg/m²). Por lo que la sobrecarga que rige el diseño es la de oficina. Las cargas sombreadas corresponden a la Tabla 6.1 de la NTCA-2004 (2004).

De la tabla A.1 elegimos la columna correspondiente a la separación entre apoyos de nuestro proyecto, la cual es de 2 m de separación entre vigas secundarias, además se observa que para un calibre de 24 y 5 cm de firme de concreto, la sobrecarga admisible es mayor que la sobrecarga de oficina. Sin embargo, para el proceso constructivo es necesario fijar y apuntalar adecuadamente la lámina.

Tabla S36/15-7

Con Conectores

Losacero Sección 36/15 Sobrecarga Admisible (kg/m²)

Cal.	espesor de conc. (cm)	Separación entre apoyos (m).											
		1	1.2	1.4	1.6	1.8	2	2.2	2.4	2.6	2.8	3	3.2
24	5	2000	2000	2000	1996	1553	1236	1002	823	685	575	486	413
	6	2000	2000	2000	1900	1815	1445	1171	963	801	673	569	484
	8	2000	2000	2000	2000	2000	1862	1510	1242	1034	869	735	626
	10	2000	2000	2000	2000	2000	2000	1846	1522	1267	1065	902	768
	12	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	1801	1500	1261	1060	910
22	5	2000	2000	2000	2000	1916	1530	1244	1027	858	724	616	527
	6	2000	2000	2000	2000	2000	1795	1460	1206	1008	851	724	620
	8	2000	2000	2000	2000	2000	2000	1893	1564	1308	1105	941	807
	10	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	1922	1608	1359	1157	993
	12	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	1908	1613	1374	1179
20	5	2000	2000	2000	2000	2000	1792	1451	1209	1013	857	731	629
	6	2000	2000	2000	2000	2000	2000	1721	1425	1194	1011	864	743
	8	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	1858	1558	1320	1128	971
	10	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	1922	1629	1393	1200
	12	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	1938	1658	1428
18	5	2000	2000	2000	2000	2000	2000	1880	1560	1312	1115	956	826
	6	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	1857	1562	1328	1139	985
	8	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	1755	1506	1303
	10	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	1874	1622
	12	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	1940

Tabla A.1 Losacero sección 36/15 (tabla de manual IMSA)

Para el diseño de las vigas secundarias se consideró la acción conjunta entre la losacero y la viga de acero (sección compuesta), para esto se siguió el procedimiento de diseño mostrado en el libro de Seguí (2000) y las recomendaciones de las NTCM-2004.

Para el análisis de carga, que actúa sobre las vigas secundarias se consideró un ancho tributario de 2 metros y se idealizó las vigas secundarias como, simplemente apoyadas (conexión a cortante), como se observa en la Figura A.3. La carga distribuida sobre la viga es de 1,360 kg/m ($680 \text{ kg/m}^2 \times 2\text{m}$) y la carga de diseño (W_u) es igual a 1,904 kg/m ($1.4 \times 1360 \text{ kg/m}$). Los elementos mecánicos de diseño para la viga simplemente apoyada son $M_u=15.65 \text{ ton-m}$ y $V_u=7.82 \text{ ton}$. A continuación se presenta el diseño estructural del sistema de piso. En la Figura A.4 se muestra el esquema estructural del sistema de piso de losacero.

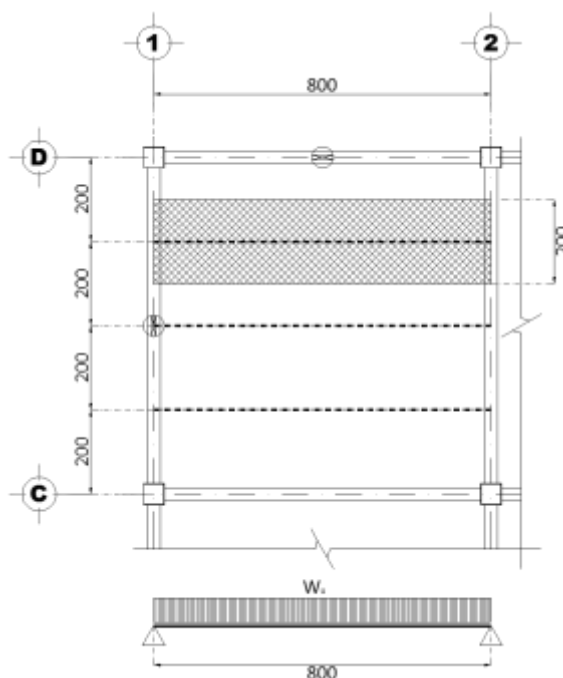


Figura A.3 Idealización de carga sobre viga secundaria de acero

DISEÑO DE VIGA SOPORTE DE LOSACERO

Propiedades mecánicas del acero

$$\begin{aligned}
 f_y &= 3515 \text{ kg/cm}^2 \\
 E_{ac} &= 2038902 \text{ kg/cm}^2 \\
 G_{ac} &= 784193 \text{ kg/cm}^2 \\
 n &= 0.3
 \end{aligned}$$

Geometría de sección transversal de viga

$$L_{\text{claro}} = 800 \text{ cm}$$

Sección de perfil **W 14 x 30**

$$\begin{aligned}
 H &= 352.0 \text{ mm} & \text{talma} &= 6.90 \text{ mm} \\
 \text{Patín Sup} &= 171.0 \text{ mm} & \text{tps} &= 9.80 \text{ mm} \\
 \text{Patín Inf} &= 171.0 \text{ mm} & \text{tpi} &= 9.80 \text{ mm} \\
 k &= 2.20
 \end{aligned}$$

Propiedades mecánicas de la sección transversal

$$\begin{aligned}
 A &= 56.5 \text{ cm}^2 & r_x &= 14.5 \text{ cm} \\
 I_x &= 11926.4 \text{ cm}^4 & r_y &= 3.8 \text{ cm} \\
 I_y &= 817.6 \text{ cm}^4 & C_a &= 239091 \text{ cm}^6 \\
 J &= 14.4 \text{ cm}^4 & \text{Halma} &= 30.8 \text{ cm} \\
 S_x &= 677.6 \text{ cm}^3 & Z_x &= 764.1 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

Elementos mecánicos de diseño

Zona	Vu ton	Mu ton-m
Extremo Izquierdo	7.82	0.00
Centro del Claro	0.00	15.65
Extremo Derecho	7.82	0.00

DISEÑO POR FLEXIÓN

Clasificación de la sección (Tabla 2.1 NTCEM 2004)

	Tipo
bf/tf (s) = 8.724	2
bf/tf (i) = 8.724	2
h/tw = 44.64	1
Clasificación general de sección	Tipo 2

Revisión de pandeo vertical de alma

$$h/tw = 51.0 < 274.0 \quad \text{OK}$$

Cálculo de longitud Lu

$$\begin{aligned}
 X_u &= 17.50 & \text{Ec. 3.27 NTCEM 2004} \\
 L_u &= 227.3 \text{ cm} & \text{Ec. 3.25 NTCEM 204}
 \end{aligned}$$

Cálculo de longitud L_r

$$\begin{aligned} X_r &= 3.06 && \text{Ec. 3.28 NTCEM 2004} \\ L_r &= 620.7 \text{ cm} && \text{Ec. 3.26 NTCEM 204} \end{aligned}$$

Cálculo de momento por pandeo lateral torsional

$$\begin{aligned} L_b &= 800 \text{ cm} && \text{sin soporte lateral} \\ C_m &= 1 \\ M_n &= 6.9 \text{ ton-m} && \text{Ec. 3.24 NTCEM 2004} \\ M_r &= 6.3 \text{ ton-m} \\ L_b < L_u & \quad \text{NO} && \text{(Sección 3.3.2.1 NTCEM 2004)} \\ M_r &= 24.2 \text{ ton-m} \\ L_b > L_u & \quad \text{OK} && \text{(Sección 3.3.2.2 NTCEM 2004)} \\ M_r &= 6.3 \text{ ton-m} \\ M_r &= 6.3 \text{ ton-m} < 15.65 \text{ ton-m} && \text{NO CUMPLE} \end{aligned}$$

DISEÑO POR CORTANTE

$$\begin{aligned} \text{Separación de Atiesadores} &= 0 \text{ cm} \\ K &= 5.0 \end{aligned}$$

Revisión de falla por cortante en el intervalo de endurecimiento por deformación

$$V_r = 44.37 \text{ ton} \quad \text{Ec. 3.39 NTCEM 2004}$$

Revisión de falla es por plastificación del alma por cortante

$$V_r = 52.72 \text{ ton} \quad \text{Ec. 3.40 NTCEM 2004}$$

Revisión de falla por iniciación del pandeo del alma

$$V_r = 40.47 \text{ ton} \quad \text{Ec. 3.41 o Ec. 3.42 NTCEM 2004}$$

Revisión de falla por tensión diagonal

$$V_r = 45.13 \text{ ton} \quad \text{Ec. 3.43 o Ec. 3.44 NTCEM 2004}$$

$$V_r = 44.37 \text{ ton} \quad \text{OK}$$

DISEÑO POR FLEXIÓN Y CORTANTE COMBINADOS

$$\begin{aligned} \text{Extremo izquierdo } V_u/V_r + M_u/M_r &= 0.176 && \text{OK} \\ \text{Centro del claro } V_u/V_r + M_u/M_r &= 2.502 && \text{NO CUMPLE} \\ \text{Extremo derecho } V_u/V_r + M_u/M_r &= 0.176 && \text{OK} \end{aligned}$$

REVISIÓN A FLEXIÓN (Sección Compuesta)

$$\begin{aligned} \text{Resistencia de firme } (f'_c) &= 200 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{Resistencia } (f^*_c) &= 136 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{Espesor de losacero } h_r &= 3.81 \text{ cm} \\ \text{Espesor de losa } t_c &= 5 \text{ cm} \end{aligned}$$

Tipo de Viga	Interior	
Separación de entre viga	200 cm	
Longitud del claro	800 cm	
Distancia al borde	0 cm	
Ancho de Patín (be)	200.0 cm	
Fuerza de Compresión	136.0 ton	
Fuerza de Tensión	198.4 ton	Eje neutro dentro de losa de concreto
Cálculo de Eje plástico	7.30 cm	
Cálculo de Mp	43.3 ton-m	
Mscr =	36.84 ton-m	> 15.65 ton-m OK

DISEÑO DE CONECTORES A CORTANTE

Tipo de conector	Perno	
Área transversal de vástago	2.85 cm ²	
Esfuerzo fu de Perno	4220 kg/cm ²	
Espesor de patín canal	cm	
Espesor de alma canal	cm	
Longitud de canal	10 cm	
Qn de Conector	6.1 ton	
Fuerza horizontal Vh	170.0 ton	
Número de Conectores	30.0 pza.	Número de conectores en pares para L/2
Separación de Conectores	25.0 cm	

REVISIÓN DE DEFLEXIONES (Sección compuesta)

Carga de servicio	1360 kg/m
Deflexión máxima en viga	3.0 cm
Módulo de Elasticidad Ec	113137 kg/cm ²
Relación de Módulos	18.0

Deflexiones inmediatas

Ancho equivalente B _e =	11.1 cm	
Área equivalente A _{equi}	55.5 cm ²	
Cálculo de Eje neutro	27.6 cm	
Inercia Sección compuesta	23347.4 cm ⁴	
Relación de I _{sc} /I _x	2.0	
Deflexión inmediata	1.5 cm	
Defl. Adm. (L/480+0.3)	2.0 cm	OK

Deflexiones a largo plazo

Ancho equivalente B _e =	5.5 cm	Perdida de rigidez del concreto
Área equivalente A _{equi}	27.7 cm ²	
Cálculo de Eje neutro	24.2 cm	
Inercia Sección compuesta	19499.6 cm ⁴	
Relación de I _{sc} /I _x	1.6	
Deflexión a Largo	1.8 cm	
Defl. Adm. (L/480+0.3)	2.0 cm	OK

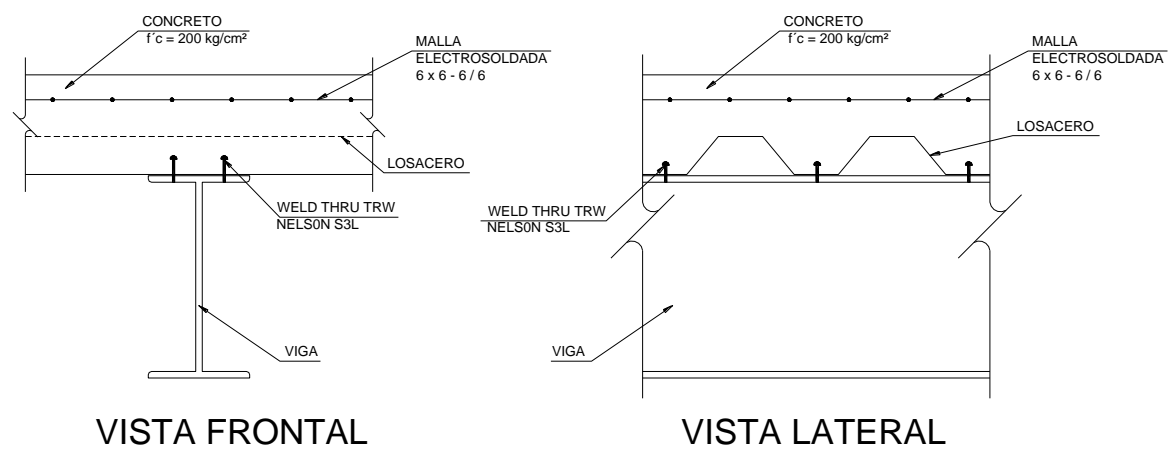


Figura A.4 Croquis esquemático del sistema de piso de losacero

APÉNDICE B

B.1. Rigidez lateral y área transversal de contraviento

En este apéndice se presenta el desarrollo de las ecuaciones usadas para el predimensionamiento de los contravientos, que soportan los disipadores de energía, para la distribución del cortante basal en los marcos con disipadores y por último para la revisión de las columnas de acero de los marcos estructurales.

Como se observa en la Figura B.1 se idealiza al sistema global del marco con disipadores de energía hysteréticos como un sistema de tres resortes, es decir, dos resortes trabajan en serie y el último en paralelo a ellos. Estos resortes representan la rigidez lateral del marco (K_{marco}), la rigidez lateral del contraviento (K_{cont}) y la rigidez efectiva del disipador de energía (K_{EDDE}), respectivamente. Este sistema también se puede idealizar como un sistema de dos resortes, donde ambos trabajan en serie y son remplazados por la rigidez equivalente del sistema contraviento-disipador (K_{eq}). Por lo tanto, la rigidez lateral total del sistema global se puede considerar como dos resortes en paralelo, con la ventaja que en el modelo matemático se puede tomar por separado la rigidez del contraviento y el disipador de energía.

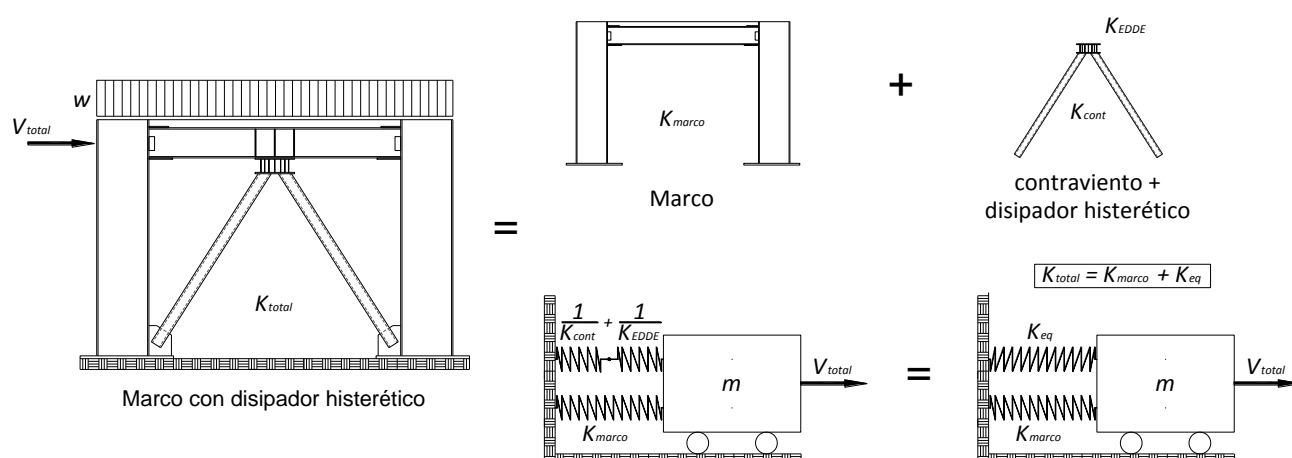


Figura B.1 Idealización del sistema de marco con disipador de energía hysteréticos

Del procedimiento propuesto por Tena y Nangullasmú (2013), se retoman las hipótesis usadas para los marcos de concreto con disipadores de energía, y además se incluye el comportamiento y esfuerzo de fluencia de los elementos estructurales de acero.

5. Los marcos planos son competentes para resistir todas las combinaciones por cargas verticales y la proporción que les corresponda de las fuerzas sísmicas de diseño, pero respondiendo en el intervalo de comportamiento elástico.
6. El sistema de contraviento, que sirve de soporte a los disipadores de energía, se comporta elásticamente.
7. Los disipadores hysteréticos son los únicos que deberán trabajar inelásticamente ante la acción de un sismo intenso.
8. El acero estructural usado en columnas y vigas es ASTM A572 grado 50 con un $f_y = 3520 \text{ kg/cm}^2$
9. El acero estructural usado en contraviento y placas de disipadores de energía es ASTM A-36 con un $f_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$, en caso de usar otro tipo de acero se debe garantizar que el $f_y < 3520 \text{ kg/cm}^2$.

10. El acero estructural en los elementos del marco y contravientos tiene un comportamiento elastoplástico perfecto y los disipadores un comportamiento bilineal (endurecimiento por deformación), como se muestra en la Figura B.2.

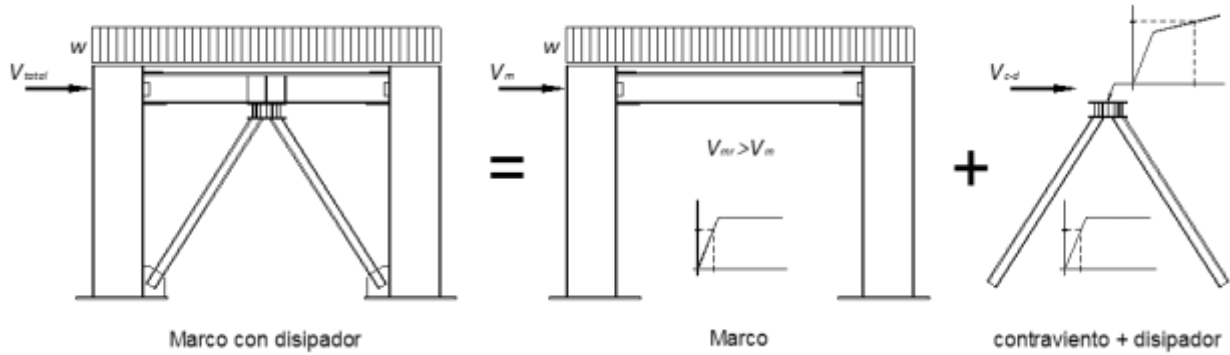


Figura B.2 Sistema de marcos de acero con contraviento y disipador de energía. Adaptado de Tena y Nangulasmú (2013)

De la Figura B.1 se mostró que la rigidez lateral total del sistema global es igual a la suma de la rigidez lateral del marco y la rigidez equivalente como se observa en la ecuación B.1. El parámetro α se define como el balance de rigidez entre el marco de acero y el sistema contraviento-disipador, se calcula con la ecuación B.2.

$$K_{total} = K_{marco} + K_{eq} \quad B.1$$

$$\alpha = \frac{K_{marco}}{K_{total}} \quad B.2$$

Sustituyendo la ecuación B.2 en B.1 obtenemos la ecuación B.3.

$$K_{total} = \alpha K_{total} + K_{eq} \rightarrow K_{total} - \alpha K_{total} = K_{eq}$$

$$K_{eq} = K_{total}(1 - \alpha) \approx \frac{K_{marco}}{\alpha}(1 - \alpha) \quad B.3$$

Con la ecuación B.3 que se puede calcular K_{eq} , para dos casos: cuando se conoce la rigidez lateral total del entrepiso (sistema global), o la rigidez lateral del marco, siendo el segundo caso más común en este trabajo de investigación.

La rigidez lateral de los contravientos se obtiene con la ecuación B.4, la cual es válida para un par de contravientos, para un número mayor a este se multiplica la expresión por el número de pares (N_{par}) que haya en el marco de estudio.

$$K_{cont} = 2K_{dia} \cos^2 \theta \approx 2 \left(\frac{AE}{L} \right) \cos^2 \theta \quad B.4$$

$$K_{cont} = 2K_{dia} N_{par} \cos^2 \theta \approx 2 \left(\frac{AE}{L} \right) N_{par} \cos^2 \theta \quad B.4a$$

La rigidez efectiva del disipador de energía (K_{EDE}) se obtiene de la gráfica fuerza cortante contra desplazamiento del disipador, como se muestra en la Figura B.3. Se define como la pendiente entre el cortante y la deformación última del disipador energía y se determina con la ecuación B.5, donde K_{DE} es la rigidez elástica del disipador de energía, μ es la ductilidad del disipador y K_2 es la pendiente posterior a la fluencia ($K_2 = \eta K_{DE}$).

$$K_{EDDE} = \frac{K_{DDE} + K_2(\mu - 1)}{\mu}$$

B.5

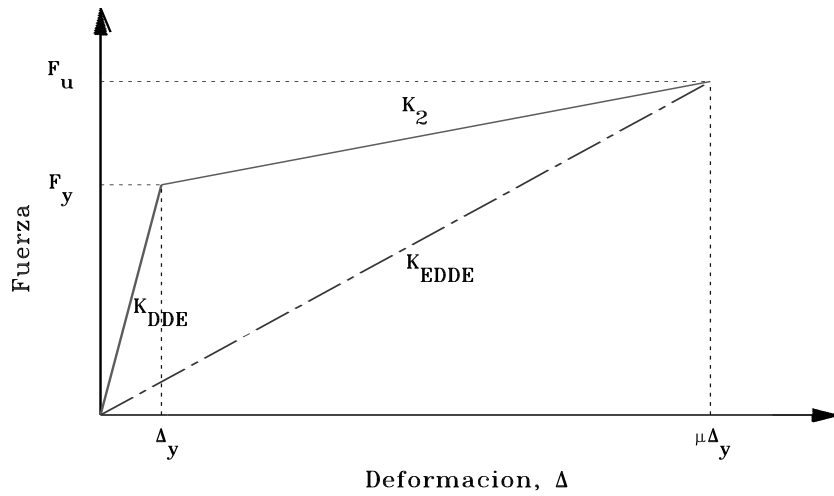


Figura B.3 Curva de fuerza cortante-deformación de un dispositivo con comportamiento bilineal (Tena 2000)

Otro parámetro de diseño es el balance de rigidez elástica entre el disipador histerético y los contravientos de soporte (β) como lo muestra la ecuación B.6.

$$\beta = \frac{K_{DDE}}{K_{cont}} \approx K_{DDE} = \beta K_{cont}$$

B.6

La rigidez equivalente del sistema contraviento-disipador se representa de forma matemática con la ecuación B.7, para el sistema de resorte en serie.

$$\frac{1}{K_{eq}} = \frac{1}{K_{EDDE}} + \frac{1}{K_{cont}}$$

B.7

$$\frac{1}{K_{eq}} = \frac{1}{K_{EDDE}} + \frac{1}{K_{cont}} \quad \frac{1}{K_{eq}} = \frac{K_{cont} + K_{EDDE}}{K_{EDDE}K_{cont}}$$

$$K_{eq} = \frac{K_{EDDE}K_{cont}}{K_{cont} + K_{EDDE}}$$

B.7a

Sustituyendo la ecuación B.6 y $K_2 = \eta K_{DDE}$ en la ecuación B.5 se obtiene la rigidez efectiva del disipador en función de la rigidez lateral del contraviento, después K_{EDDE} se sustituye en la ecuación B.7a y se despeja la rigidez lateral del contraviento K_{cont} para finalmente obtener la ecuación B.8.

$$K_{EDDE} = \frac{K_{DDE} + K_2(\mu - 1)}{\mu} \quad K_{EDDE} = \frac{K_{DDE} + \eta K_{DDE}(\mu - 1)}{\mu} \quad K_{EDDE} = \frac{\beta K_{cont}[1 + \eta(\mu - 1)]}{\mu}$$

$$K_{eq} = \frac{\left(\frac{\beta K_{cont}[1 + \eta(\mu - 1)]}{\mu} \right) K_{cont}}{K_{cont} \left(1 + \frac{\beta[1 + \eta(\mu - 1)]}{\mu} \right)} \rightarrow K_{eq} = \frac{\frac{\beta K_{cont}[1 + \eta(\mu - 1)]}{\mu}}{1 + \frac{\beta[1 + \eta(\mu - 1)]}{\mu}}$$

$$K_{eq} = \frac{\beta K_{cont}[1 + \eta(\mu - 1)]}{\mu \left(\frac{\mu + \beta[1 + \eta(\mu - 1)]}{\mu} \right)} \rightarrow K_{eq} = \frac{\beta K_{cont}[1 + \eta(\mu - 1)]}{\mu + \beta[1 + \eta(\mu - 1)]}$$

$$K_{cont} = K_{eq} \left(\frac{\mu + \beta[1 + \eta(\mu - 1)]}{\beta[1 + \eta(\mu - 1)]} \right) \quad \text{B.8}$$

Los términos que se encuentran a un costado de K_{eq} se pueden considerar como un factor que toma en cuenta el comportamiento no lineal del disipador de energía. Como se observa en esta ecuación, las dimensiones de los contravientos pueden ser muy grandes en comparación con las dimensiones de las columnas y vigas del marco de acero. Esto no es bien visto en la práctica profesional, sin embargo para obtener dimensiones menos robustas, a este factor se le elimina la ductilidad μ , únicamente en la parte donde no depende de otros factores, como se ve en la ecuación B.8a.

$$K_{cont} = K_{eq} \left(\frac{1 + \beta[1 + \eta(\mu - 1)]}{\beta[1 + \eta(\mu - 1)]} \right) \quad \text{B.8a}$$

En la Tabla B.1 se resumen los valores del factor para las distintas combinaciones paramétricas de diseño, considerando la ductilidad de diseño del disipador $\mu = 10$. Además en la última columna se muestra la relación numérica que hay entre la ecuación B.8 y B.8a.

Tabla B.1 Valores del factor para las distintas combinaciones paramétricas

β	η	Ec. B.8	Ec. B.8b	B.8/B.8a
25%	0%	41.0	5.0	8
25%	3%	32.5	4.1	8
25%	5%	28.6	3.8	8
50%	0%	21.0	3.0	7
50%	3%	16.7	2.6	7
50%	5%	14.8	2.4	6
75%	0%	14.3	2.3	6
75%	3%	11.5	2.0	6
75%	5%	10.2	1.9	5

Por lo tanto para calcular el área del contraviento en función de la rigidez lateral del mismo se usa la ecuación B.8a, como se muestra en la ecuación B.9, la cual es válida para un par de contravientos, para un número mayor a éste se agrega a la ecuación el número de pares (N_{par}) adicionales que haya en el marco de estudio.

$$A_{cont} = \frac{(Ec_{B.8a})L}{2E \cos^2 \theta} \quad \text{B.9}$$

$$A_{cont} = \frac{(Ec_{B.8a})L}{2N_{par}E \cos^2 \theta} \quad \text{B.9a}$$

B.2. Cortante basal en marcos con disipadores de energía

Otro aspecto importante en la etapa de diseño es la distribución del cortante basal que le corresponde al marco con disipadores de energía en función del parámetro α .

Para la distribución de la fuerza cortante en cada marco se hacen las siguientes suposiciones

- 1) El diafragma es infinitamente rígido, por lo tanto la deformación lateral en todos los marcos es la misma.
- 2) La rigidez lateral del marco con disipadores es igual $K_{cd} = K_m/\alpha$
- 3) El cortante en los marcos es igual al producto de la rigidez lateral del marco (K_m) por el desplazamiento lateral (Δ).

$$V_m = K_m \Delta \quad \text{B.10}$$

- 4) La suma de los cortantes basales de los marcos con y sin disipadores de energía es igual al cortante basal total (V_{total}), como se muestra en la ecuación B.11

$$V_{total} = \sum V_{cd} + \sum V_m \quad \text{B.11}$$

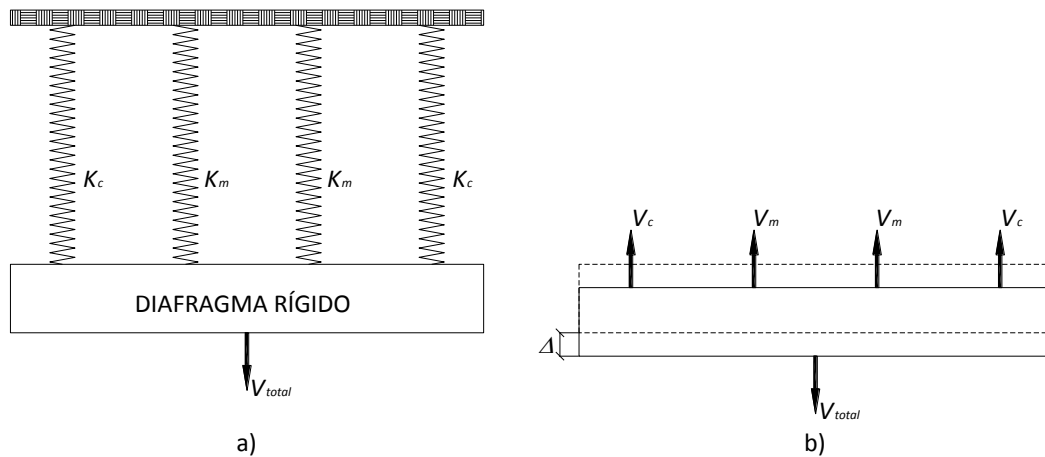


Figura B.4 Idealización de la rigidez de los marcos con sistema de piso

Del diagrama de cuerpo libre de la Figura B.4b se escribe la ecuación de equilibrio (Ec. B.12), donde N_{cd} es el número de marcos con disipadores, V_{cd} es el cortante del marco con disipadores, N_m y V_m el número de marcos y el cortante de los marcos sin disipadores de energía, respectivamente. Esta misma ecuación se puede expresar en función de la rigidez lateral y el desplazamiento de cada marco (Ec. B.12a).

$$V_{total} = N_{cd} V_{cd} + N_m V_m \quad \text{B.12}$$

$$V_{total} = N_{cd} (K_{cd} \Delta) + N_m (K_m \Delta) \quad \text{B.12a}$$

La rigidez lateral de los marcos con disipadores (K_c) se sustituye por K_m/α en la ecuación B.12a, y se despeja $K_m \Delta$, después se reemplaza por la ecuación B.10, quedando la ecuación B.13a, la cual representa el cortante basal del marco sin contravientos.

$$V_{total} = \left(N_{cd} \frac{K_m}{\alpha} + N_m K_m \right) \Delta$$

$$V_{total} = \frac{K_m \Delta}{\alpha} (N_{cd} + \alpha N_m) \quad B.13$$

$$V_m = \frac{\alpha V_{total}}{N_{cd} + \alpha N_m} \quad B.13a$$

Para obtener el cortante que le corresponde al marco con disipadores de energía, se sustituye la ecuación B.13a en B.1y se despeja V_{cd} , resultando al final la ecuación B.14.

$$V_{cd} = \frac{V_{total}}{N_{cd} + \alpha N_m} \quad B.14$$

En la Tabla B.2 se resumen las proporciones del cortante basal en los marcos con y sin el sistema contraviento-disipador para distintos valores de α .

Tabla B.2 Distribución de cortante basal en marcos

V_{total} ton	α %	N_{cd} pza	N_m pza	V_{cd} ton	V_{cd}/V_{total}	V_m ton	V_m/V_{total}
100	25	2	2	40.0	40.0%	10.0	10.0%
100	50	2	2	33.3	33.3%	16.7	16.7%
100	75	2	2	28.6	28.6%	21.4	21.4%
100	25	2	3	36.4	36.4%	9.1	9.1%
100	50	2	3	28.6	28.6%	14.3	14.3%
100	75	2	3	23.5	23.5%	17.6	17.6%

De la tabla anterior se describen tres casos:

- I. Cuando α es igual a 25%, el cortante en el marco con disipadores de energía es cuatro veces más grande que el cortante en los marcos simples.
- II. Cuando α es igual a 50%, el cortante en el marco con disipadores de energía es dos veces más grande que el cortante en los marcos simples.
- III. Cuando α es igual a 75%, el cortante en el marco con disipadores de energía es 1.33 veces más grande que el cortante en los marcos simples.

B.3. Diagrama de interacción para columnas de sección cajón

Para la revisión a flexocompresión de las columnas de acero de sección cajón cuadrada, se desarrolló la ecuación del diagrama de interacción P-M. Para su deducción se considera lo siguiente:

- La acción simultánea de la fuerza axial (P) y momento flexionante (M).
- La sección al plastificarse totalmente, los volúmenes de esfuerzos de tensión y compresión no son iguales, como en flexión pura, como se observa en la Figura B.5.
- Las fuerzas interiores deben ser igual a la fuerza axial y al momento flexionante exterior, es decir la sección debe estar en equilibrio.
- El espesor de las placas es constante, es decir, que $t_w = t_p$ y al tratarse de una sección cuadrada su base y altura son iguales ($H=B$).

A partir de estas suposiciones se calcula el momento plástico reducido (M_{pr}) debido a la fuerza axial y momento flexionante. En la Figura B.5 se muestran las distribuciones de esfuerzos utilizados para el desarrollo de la ecuación.

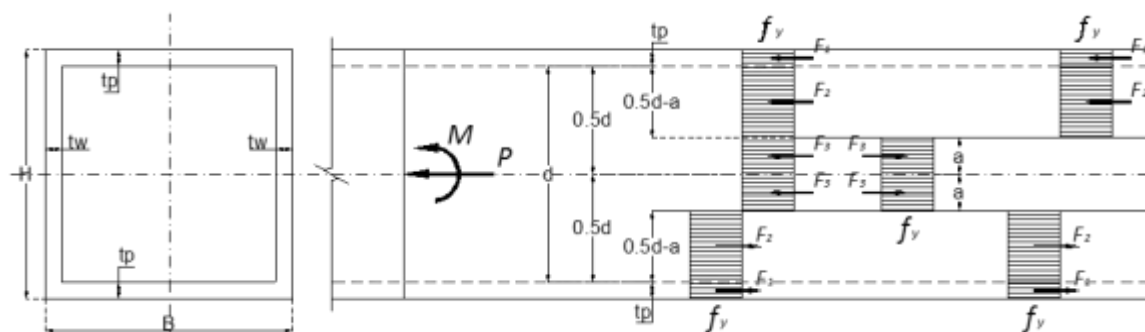


Figura B.5 Sección cajón a flexocompresión y esfuerzo normales

En la Figura B.5 se observa la distribución de esfuerzos normales para la sección plastificada, de esta distribución se escriben las siguientes ecuaciones de equilibrio.

$$\sum F = F_1 + F_2 + F_3 + F_3 - F_2 - F_1 = P \rightarrow 2F_3 = P \quad \text{B.15}$$

$$\sum F = 2(2t_w a f_y) = P \rightarrow 4t_w a f_y = P \quad \text{B.16}$$

En la ecuación B.16 se observa que la fuerza axial es resistida por una porción del alma, por lo tanto el resto de la sección equilibra al momento actuante. De la distribución de esfuerzos sin considerar la parte de alma se escribe la ecuación de momento.

$$\sum M = F_1 d_1 + F_2 d_2 + F_2 d_2 + F_1 d_1 = M \rightarrow 2F_1 d_1 + 2F_2 d_2 = M_{pr} \quad \text{B.17}$$

$$\sum M = 2F_1 \left(H - \frac{t_p}{2} \right) + 2F_2 \left[a + \frac{1}{2} \left(\frac{d}{2} - a \right) \right] = M_{pr}$$

$$\sum M = F_1 (H - t_p) + F_2 \left(\frac{d}{2} + a \right) = M_{pr}$$

$$\sum M = B t_p f_y (H - t_p) + 2 t_w \left(\frac{d}{2} - a \right) f_y \left(\frac{d}{2} + a \right) = M_{pr}$$

$$\sum M = f_y \left[B t_p (H - t_p) + \frac{t_w}{2} (d^2 - 4a^2) \right] = M_{pr}$$

$$a = \frac{P}{4t_w a f_y} \quad \text{B.18}$$

$$\frac{M_{pr}}{M_p} = \frac{f_y \left[B t_p (H - t_p) + \frac{t_w}{2} (d^2 + 4a^2) \right]}{Z f_y} \rightarrow \frac{f_y \left[H t_w (H - t_w) + \frac{t_w}{2} (d^2 + 4a^2) \right]}{Z} \quad \text{B.19}$$

$$\frac{M_{pr}}{M_p} = \frac{H t_w (H - t_w) + \frac{t_w}{2} (H^2 - 4H t_w - 4a^2 + 4t_w^2)}{H t_w (2H - t_w) + \frac{t_w}{2} (H - 2t_w)^2} \rightarrow 1 - \frac{4a^2}{3H^2 - 6H t_w + 4t_w^2}$$

Después de varios pasos algebraicos se obtiene la ecuación B.20, en ésta se sustituye la ecuación B.18 y se obtiene B.21, con la cual se calcula el momento plástico reducido en función de momento plástico M_p y la fuerza axial P , que actúa en la columna de acero. Otra forma de calcular el momento plástico reducido es también con la ecuación B.22, donde A es el área de la sección transversal y Z es el módulo de plástico de la sección. En la Figura B.6 se muestra el diagrama de interacción M-P, trazado con las ecuaciones B.21 y B.22; donde se observa que son iguales.

$$\frac{M_{pr}}{M_p} - 1 + \frac{4a^2}{3H^2 - 6H t_w + 4t_w^2} = 0 \quad \text{B.20}$$

$$\frac{M_{pr}}{M_p} = \left[1 - \frac{4a^2}{3H^2 - 6H t_w + 4t_w^2} \right] \rightarrow \frac{M_{pr}}{M_p} = \left[1 - \frac{4P^2}{(4t_w f_y)^2 (3H^2 - 6H t_w + 4t_w^2)} \right]$$

$$\frac{M_{pr}}{M_p} = \left[1 - \frac{4P^2}{(4t_w f_y)^2 (3H^2 - 6H t_w + 4t_w^2)} \right] \quad \text{B.21}$$

$$\frac{M_{pr}}{M_p} = \left[1 - \frac{A^2}{8Z t_w} \left(\frac{P}{P_y} \right)^2 \right] \quad \text{B.22}$$

Para la revisión de las columnas de acero en el programa Drain-2DX (Prakash *et al.* 1992), se debe idealizar el diagrama de interacción P-M. Para su idealización se trazan dos líneas rectas, las cuales se aproximan al diagrama de interacción exacto. Por lo tanto, se define un punto en común, cuando $P/P_y = 0.40$ la relación M/M_p es aproximadamente igual a 0.80, como se observa en la Figura B.6. Con esta idealización se subestima la capacidad de la columna a flexocompresión en un promedio de 8 por ciento.

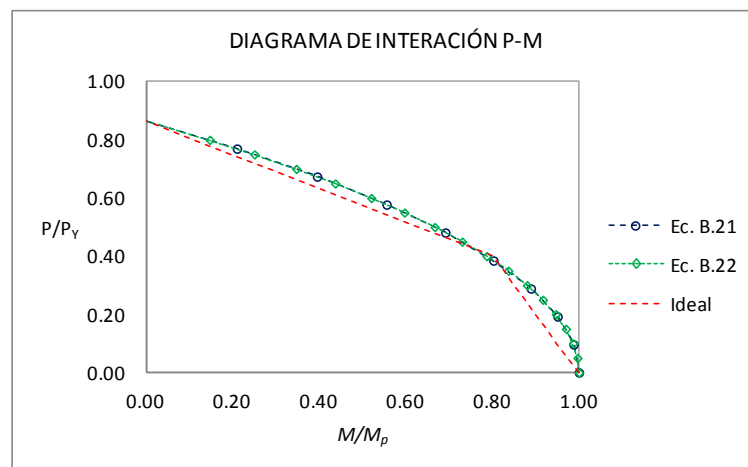
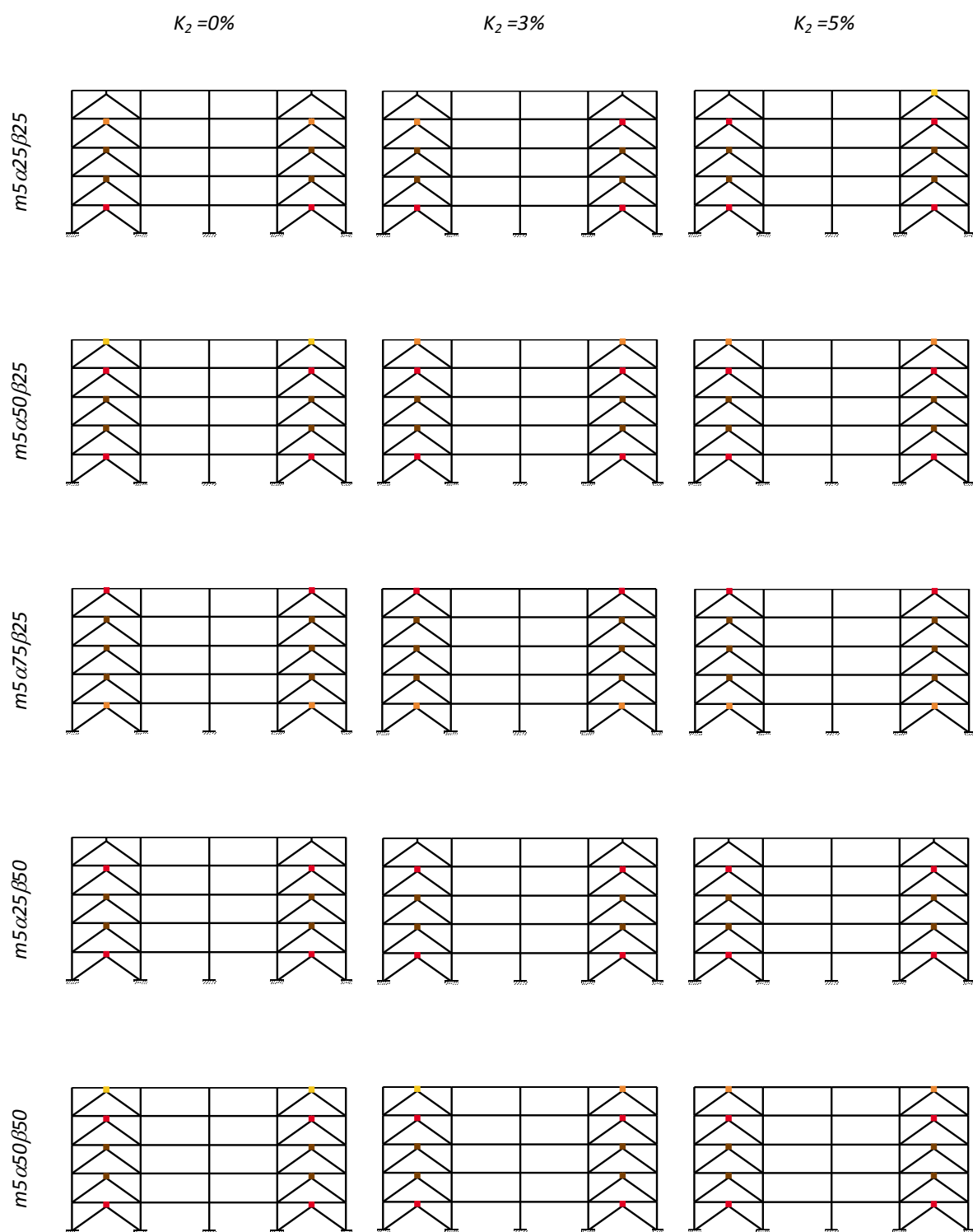
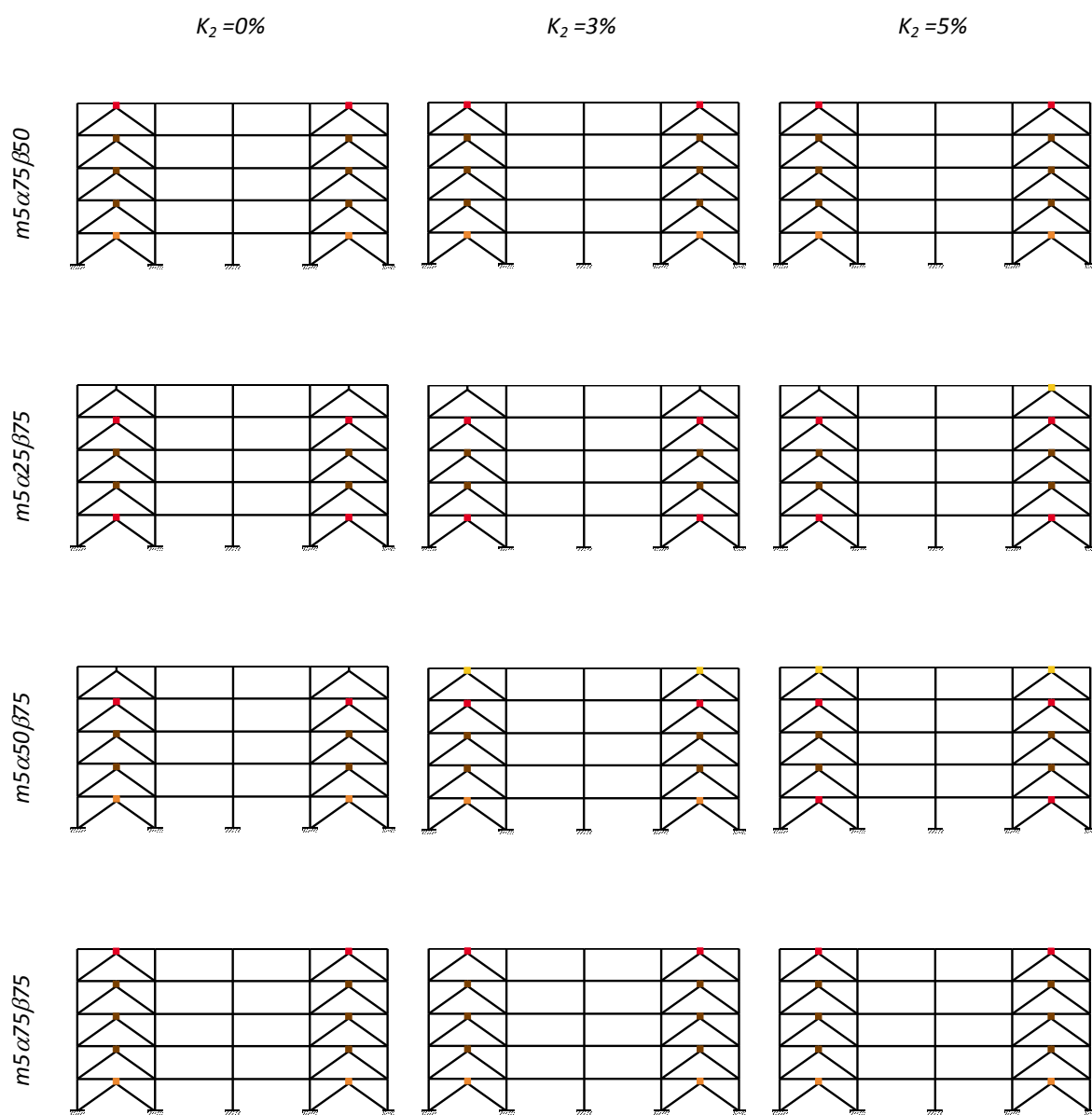


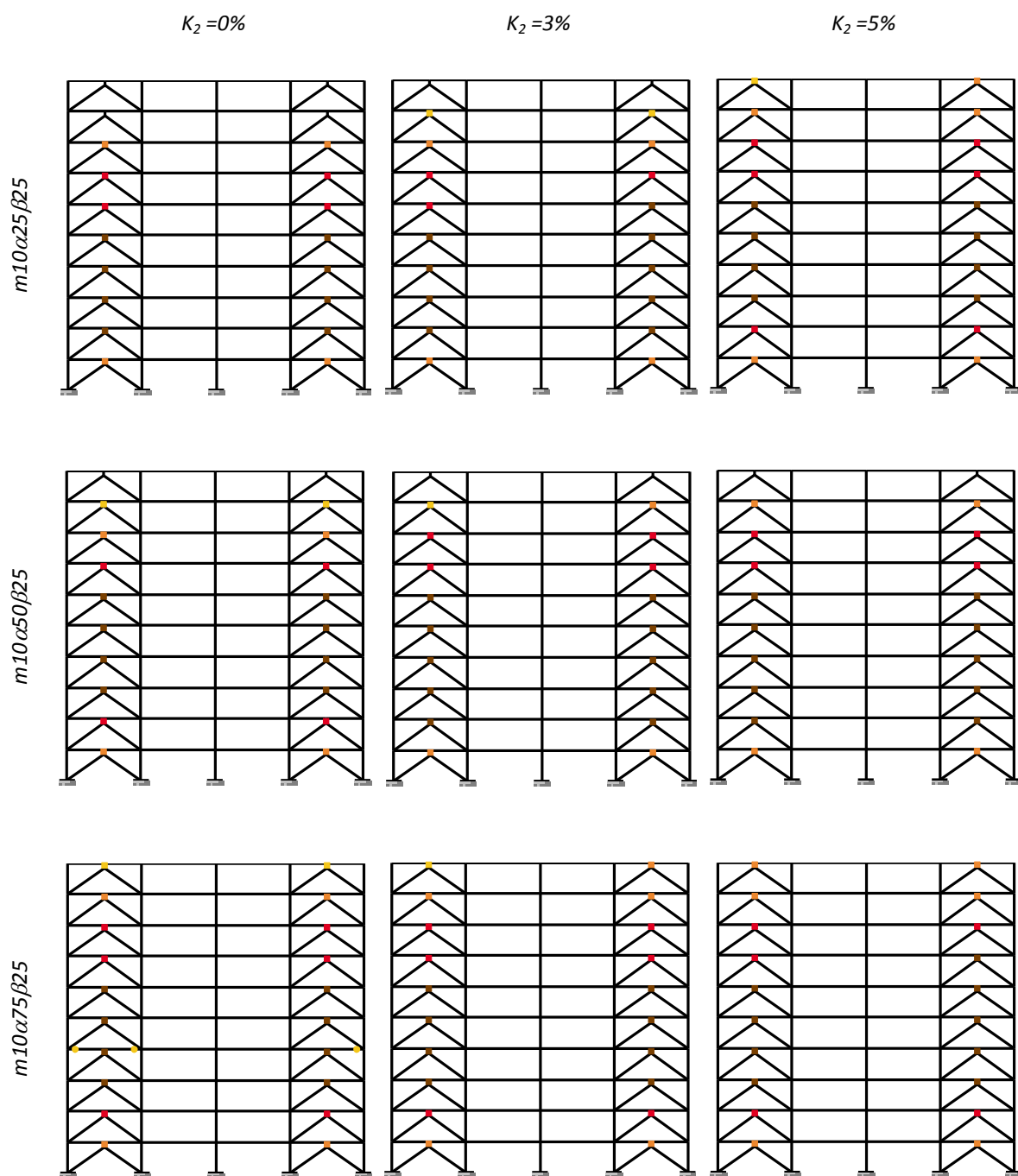
Figura B.6 Diagramas de interacción P-M para las ecuaciones B.21 y B.22

APÉNDICE C

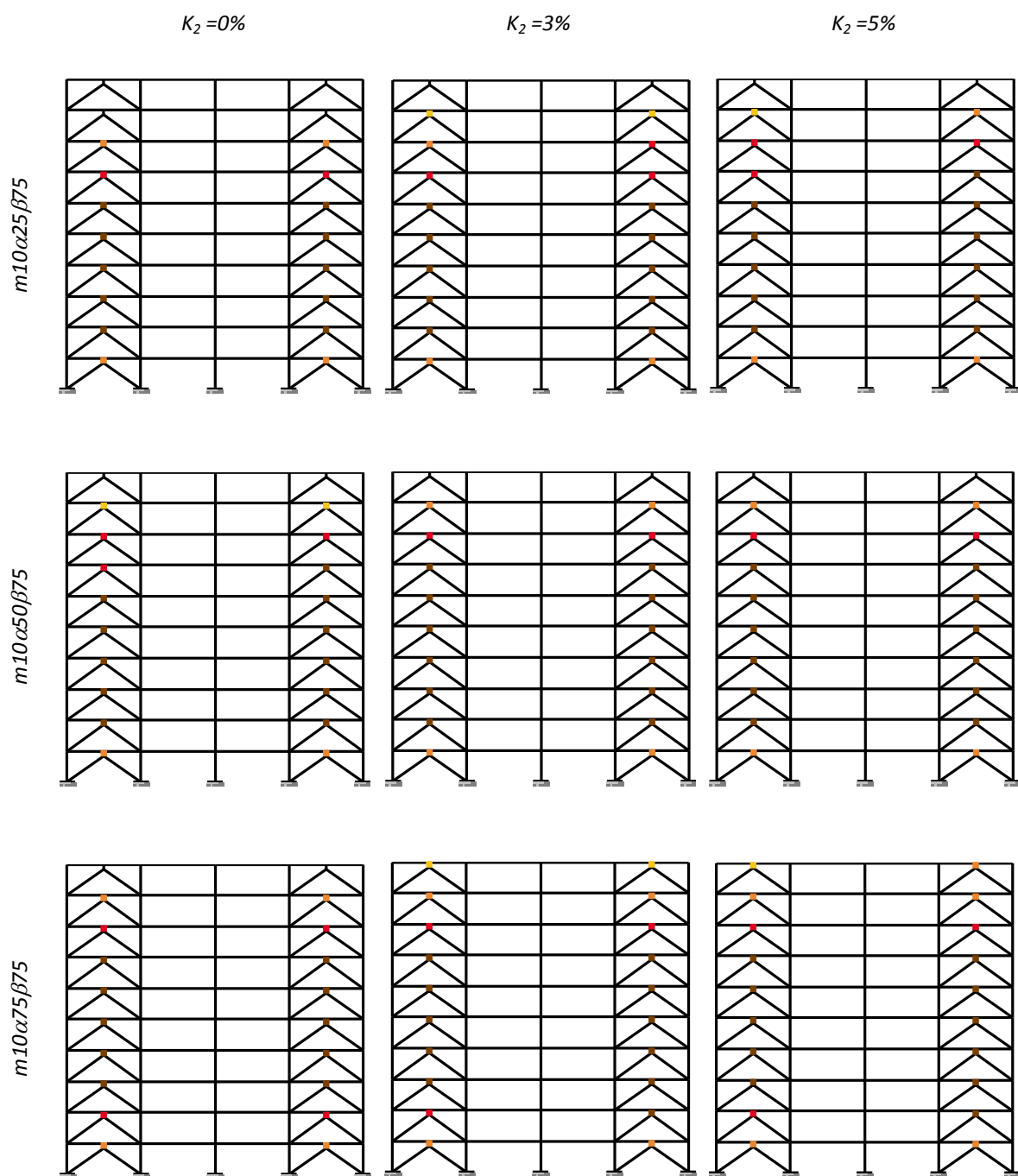
C.1. Mapas de demandas inelásticas asociadas al objetivo último de diseño, para marcos de acero con disipadores de energía histeréticos para $\theta = 40^\circ$

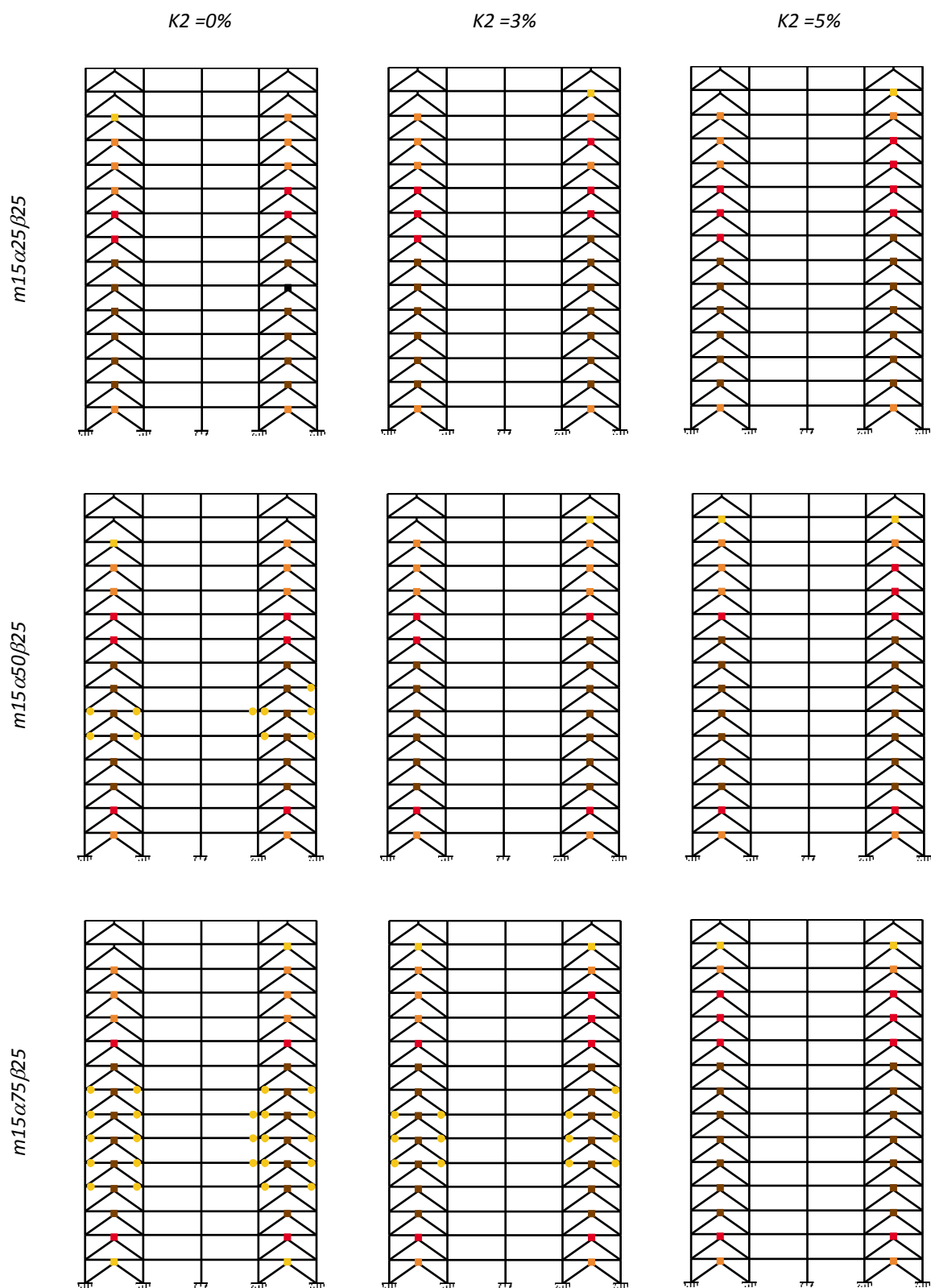


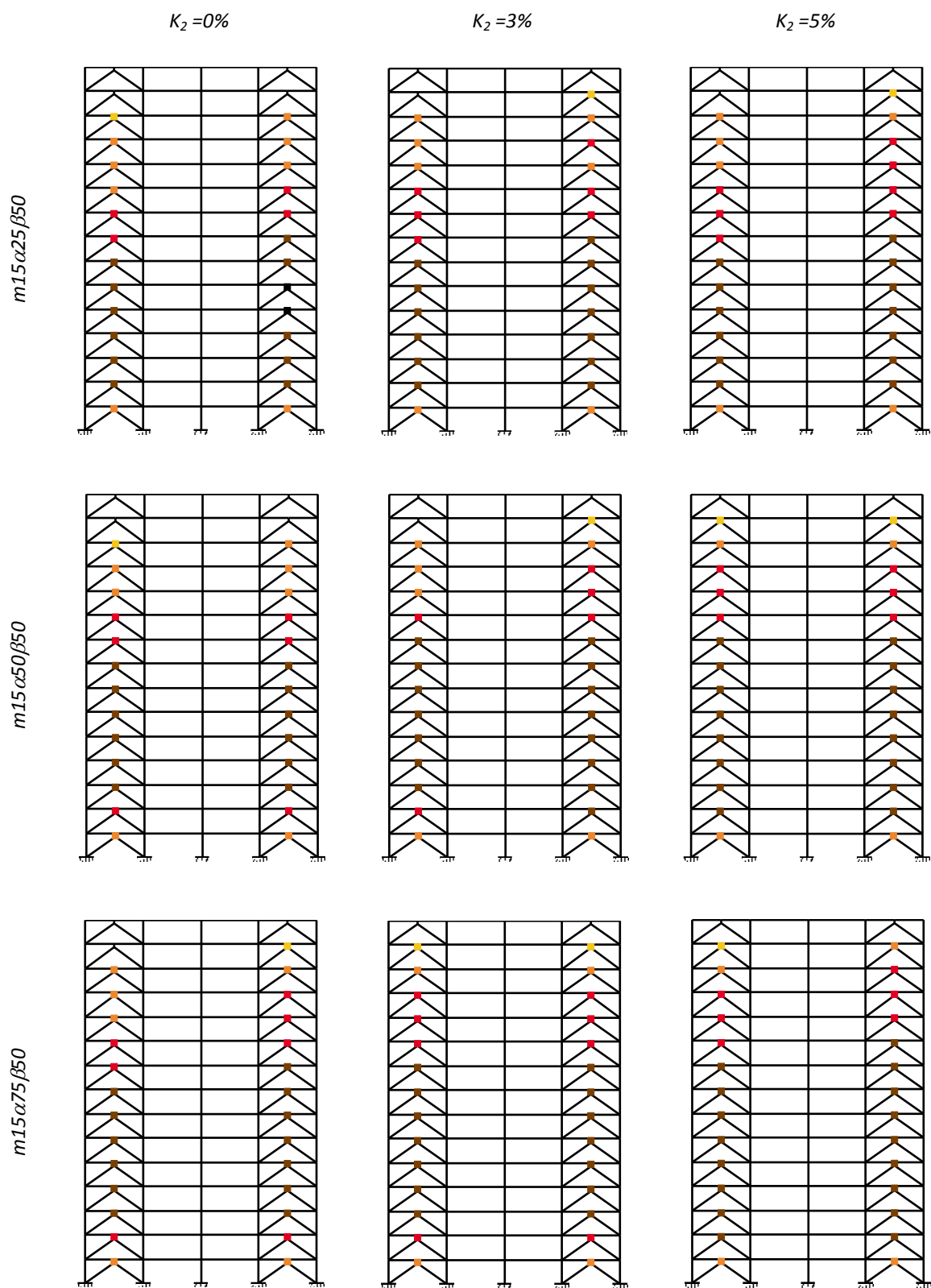


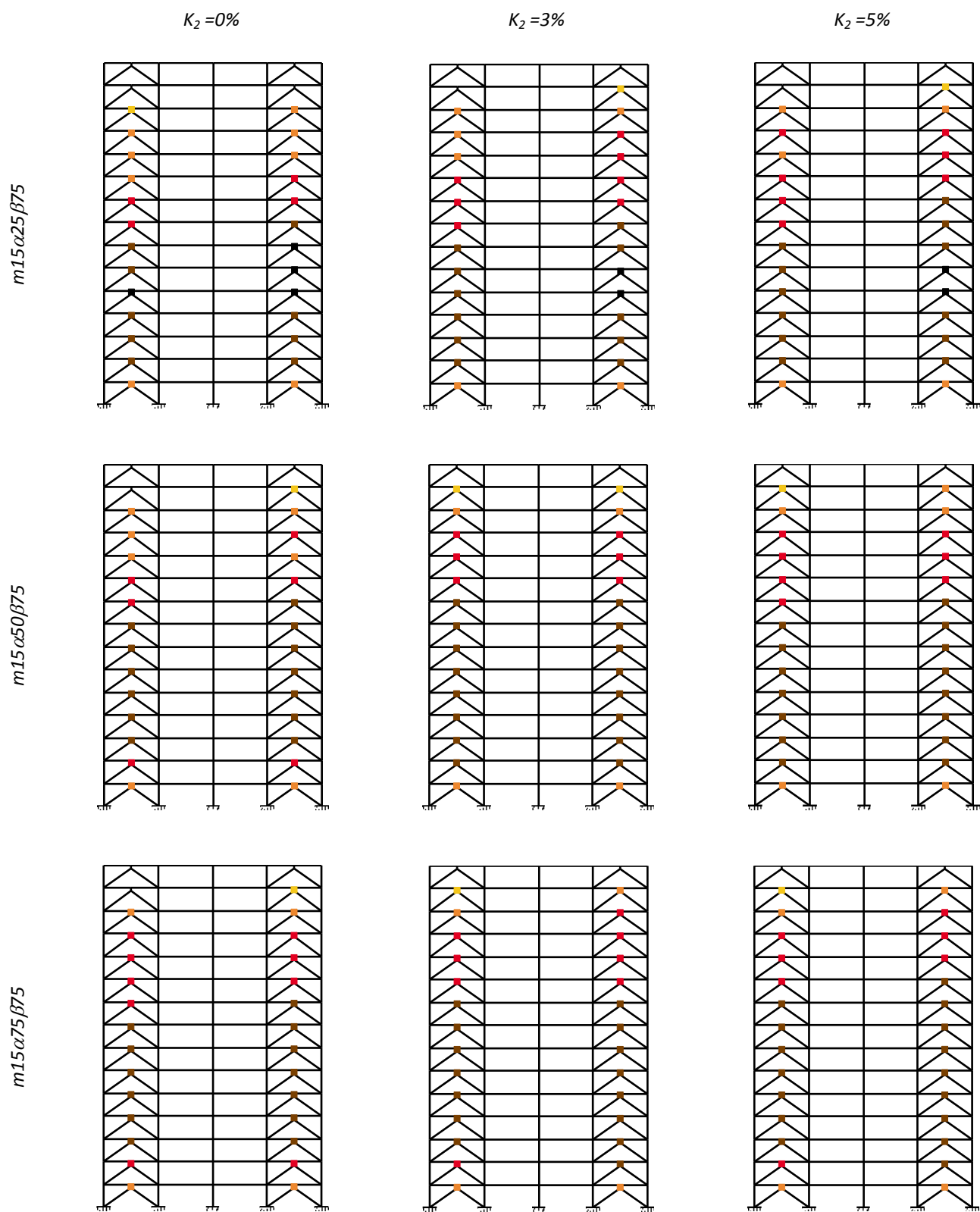


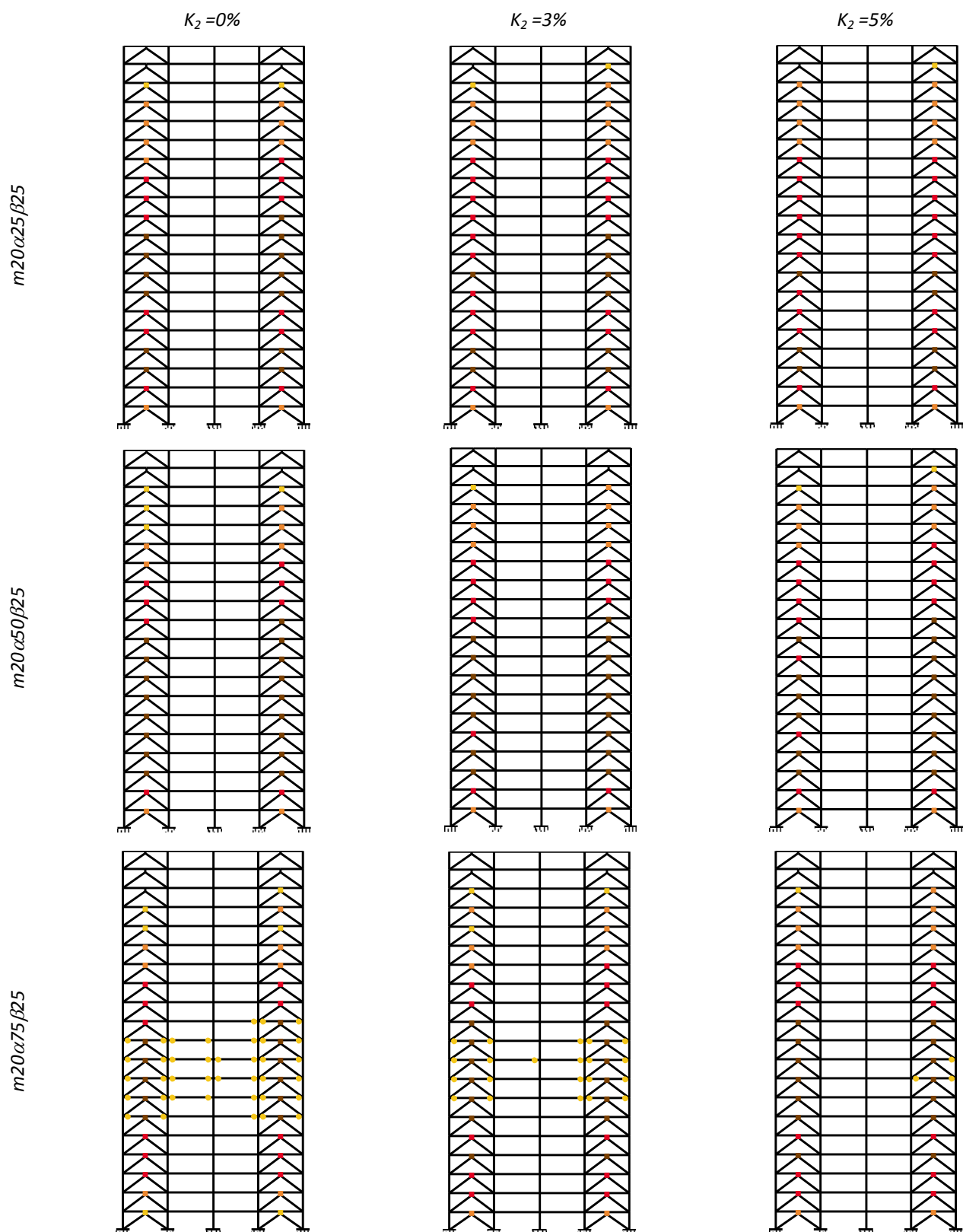


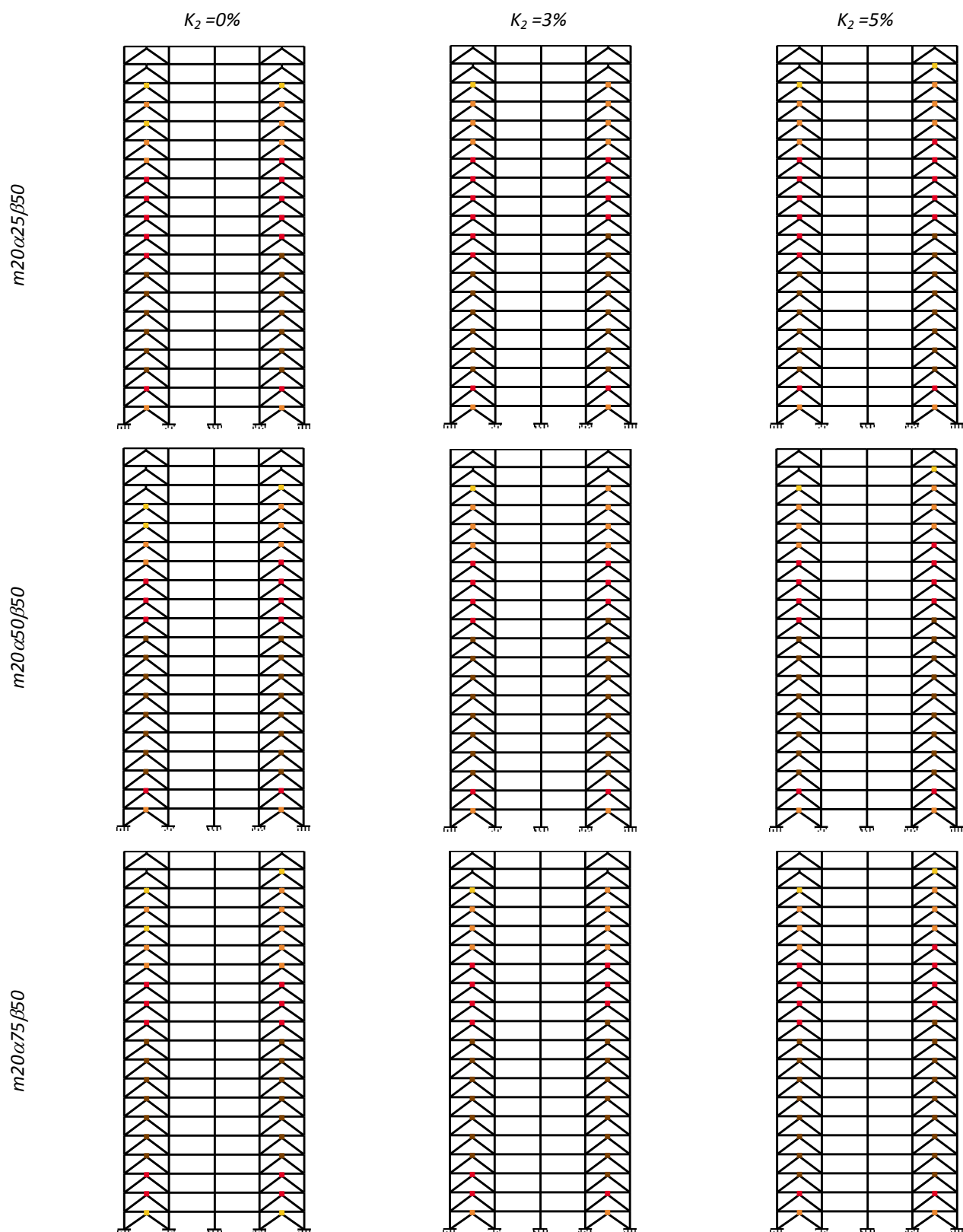


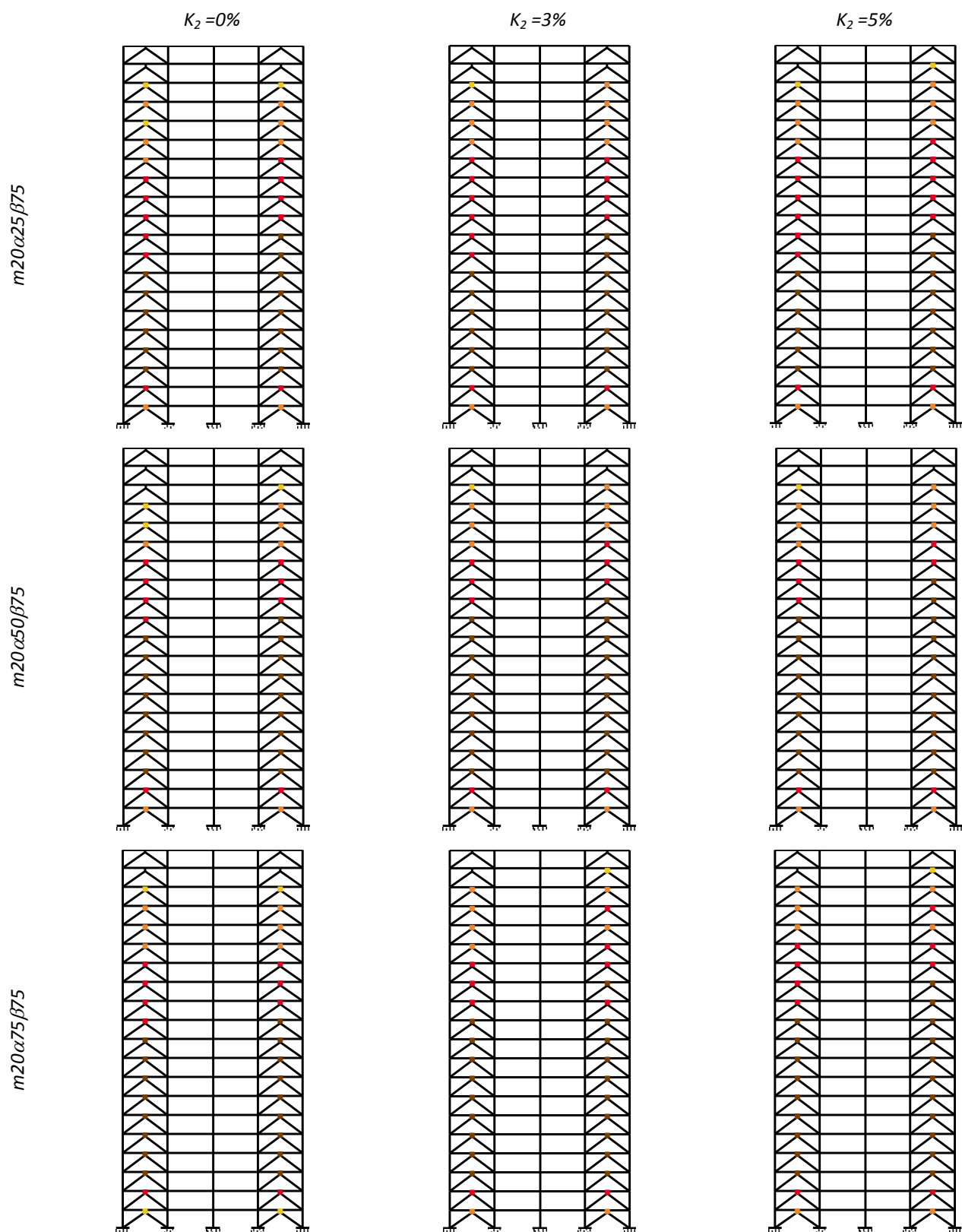


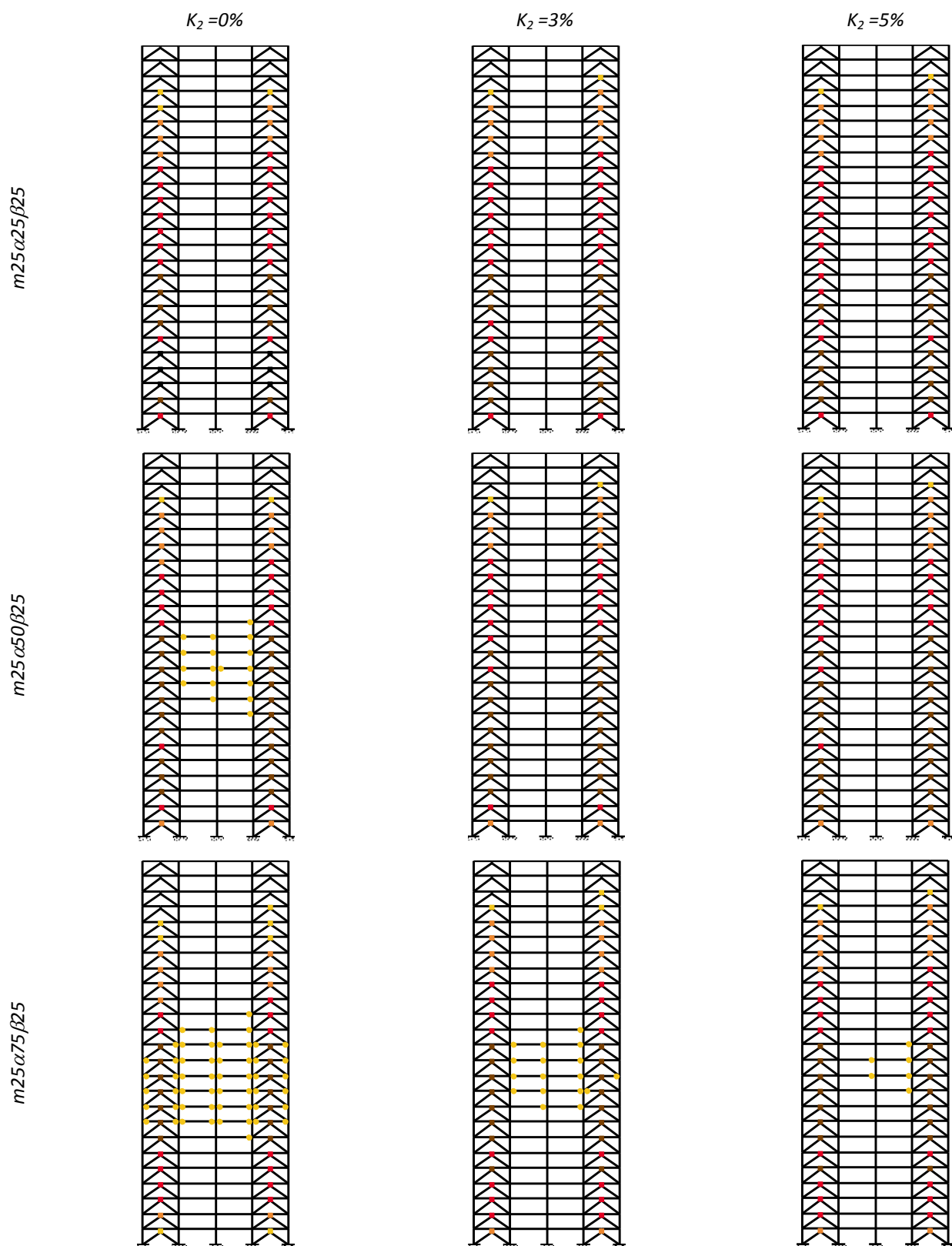


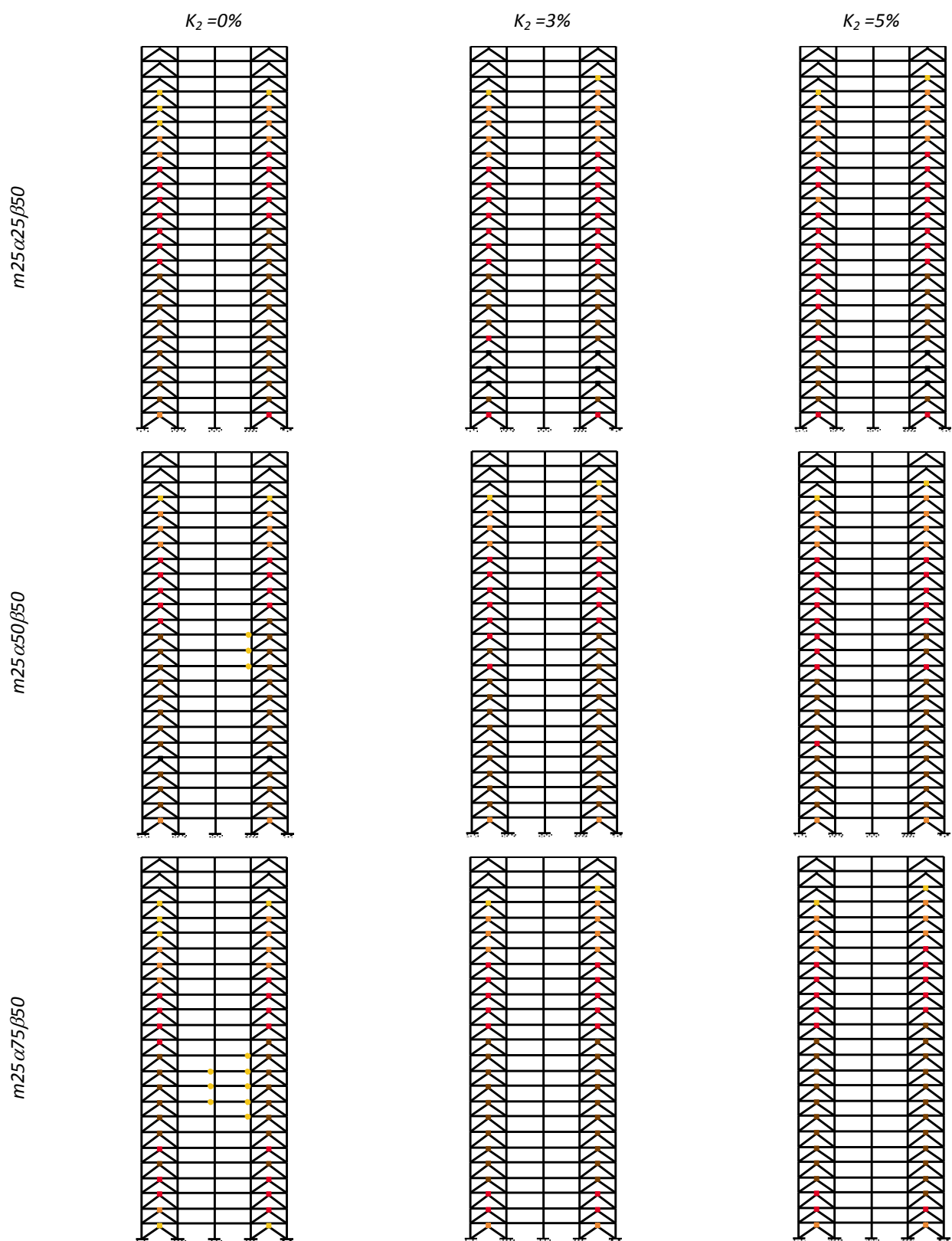


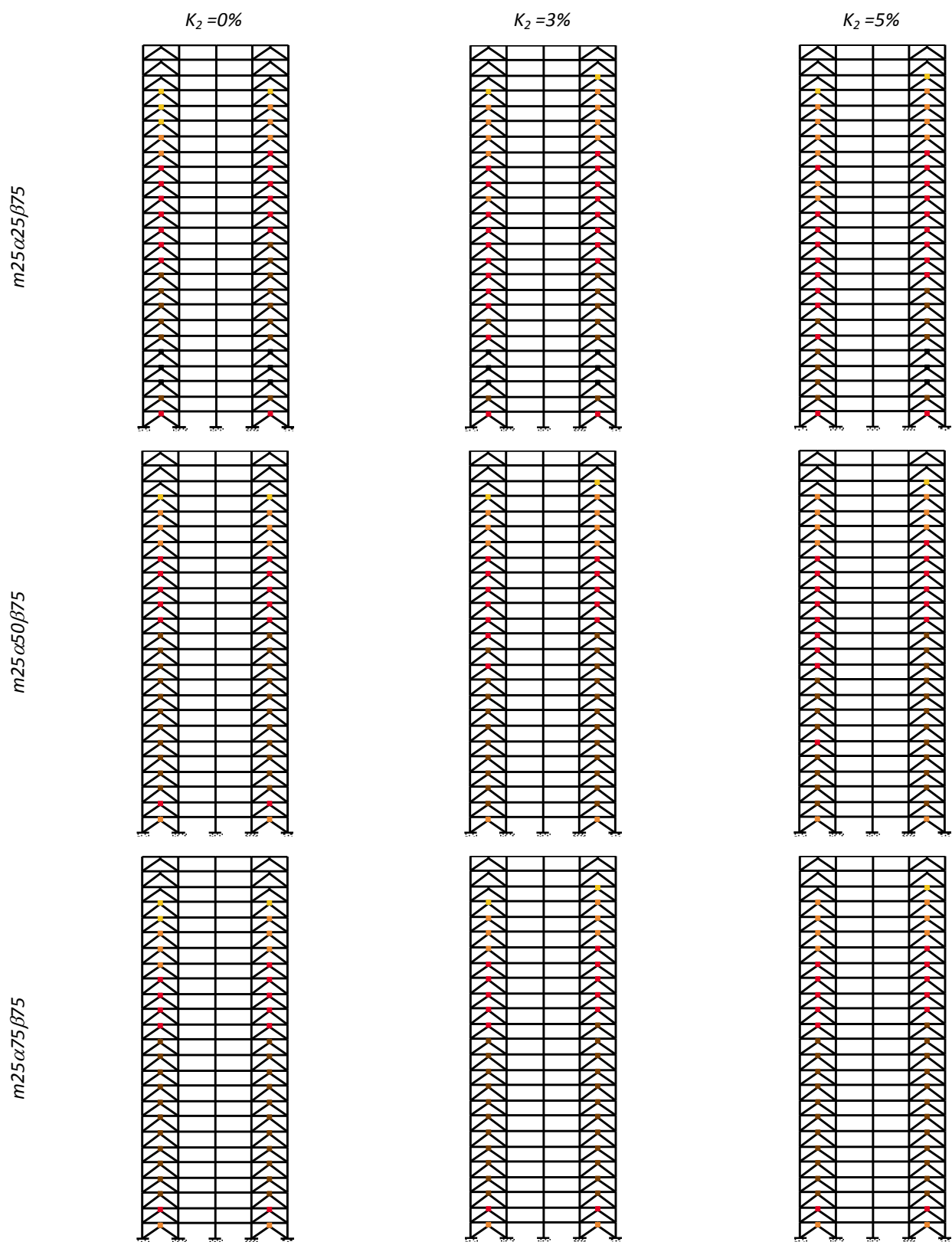






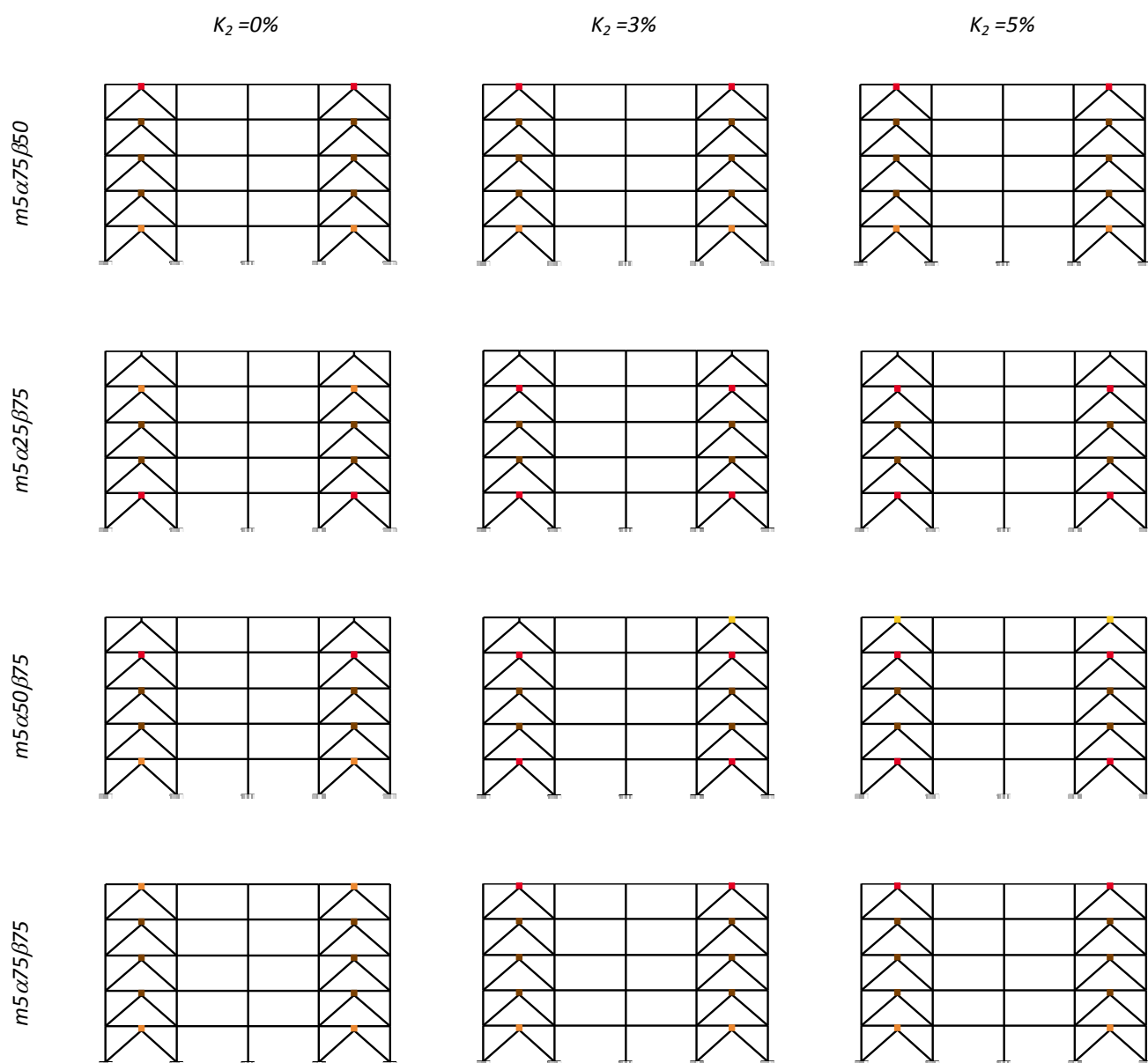


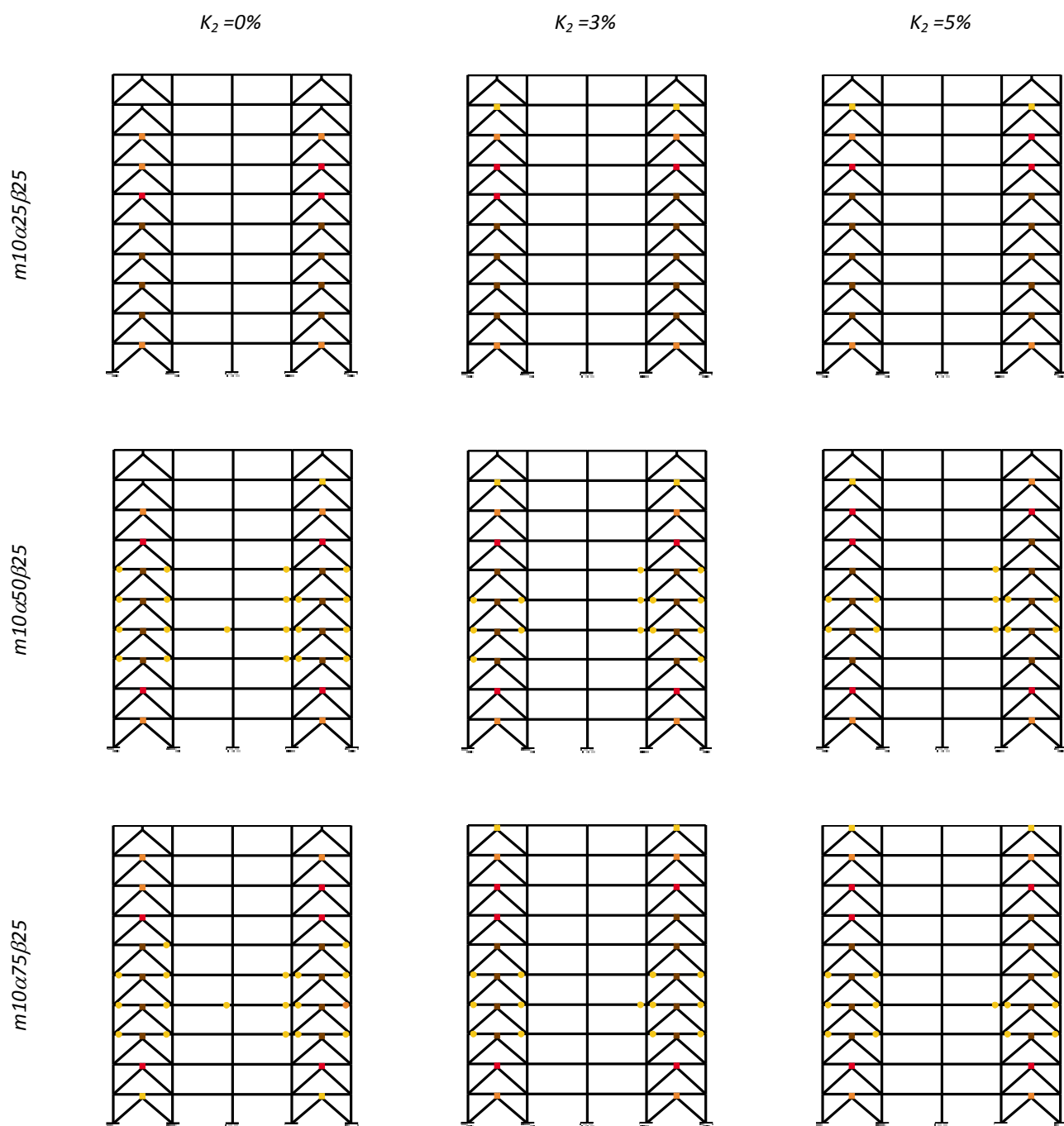


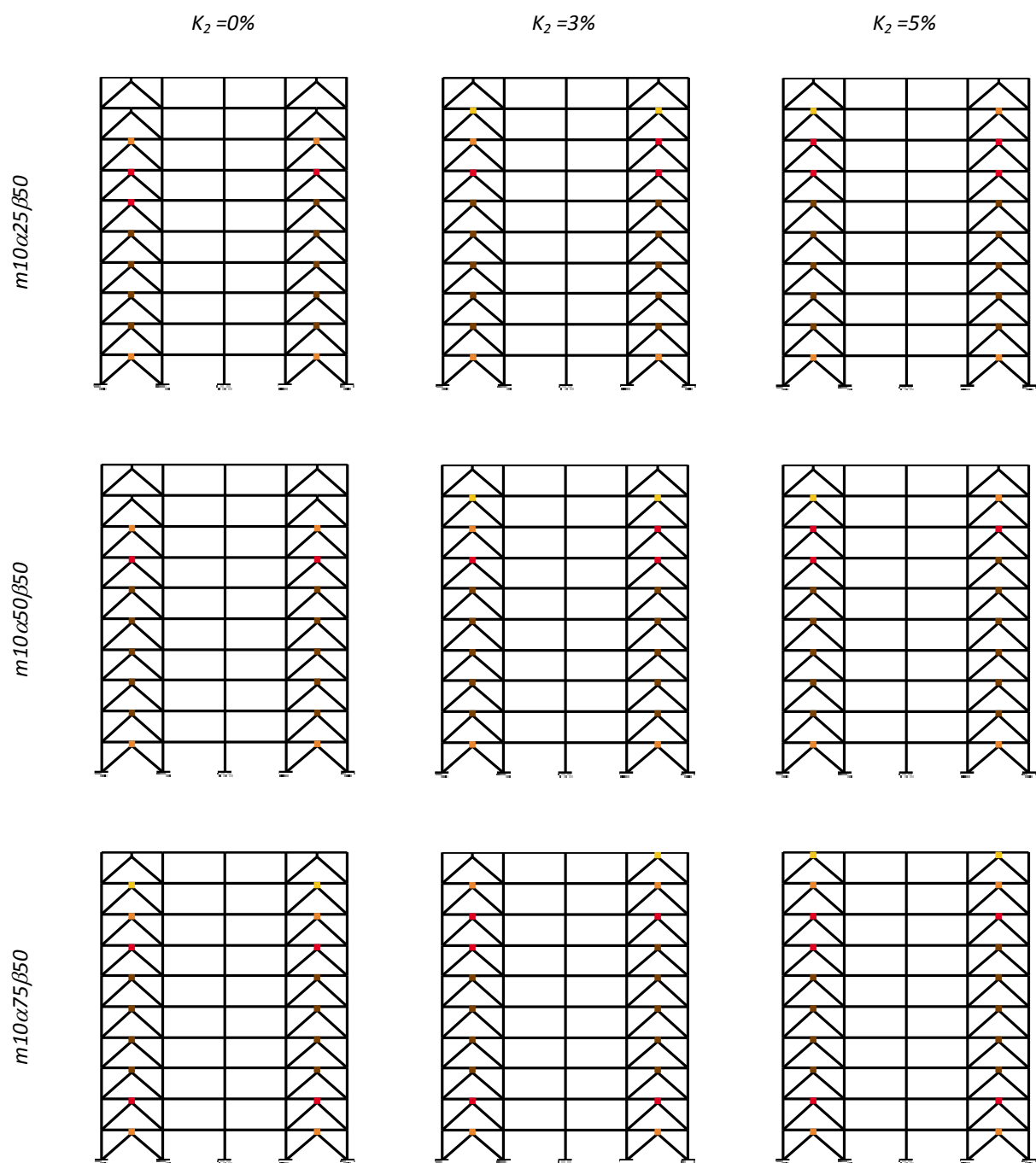


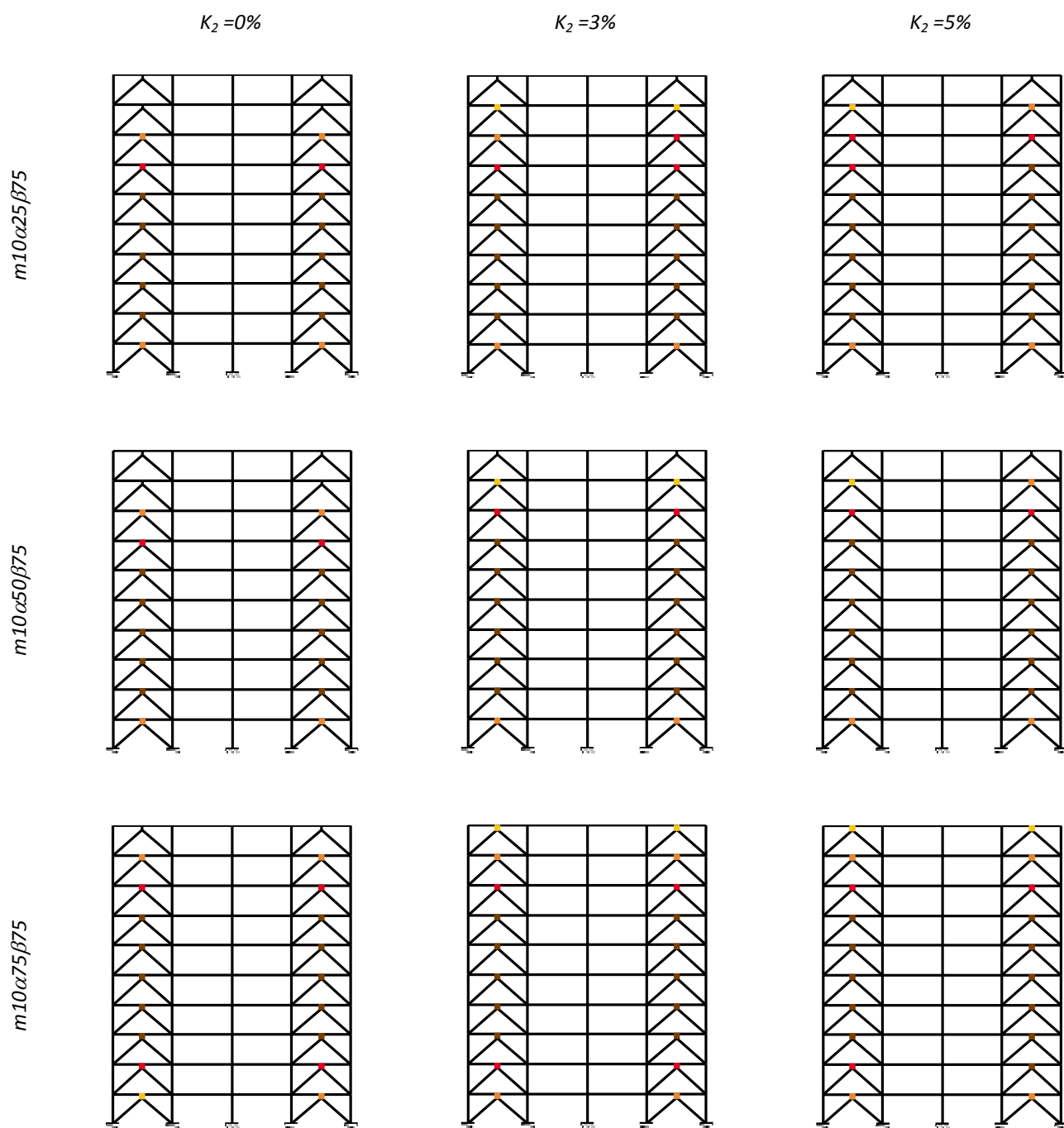
C.2. Mapas de demandas inelásticas asociadas al objetivo último de diseño, para marcos de acero con disipadores de energía histeréticos para $\theta = 45^\circ$

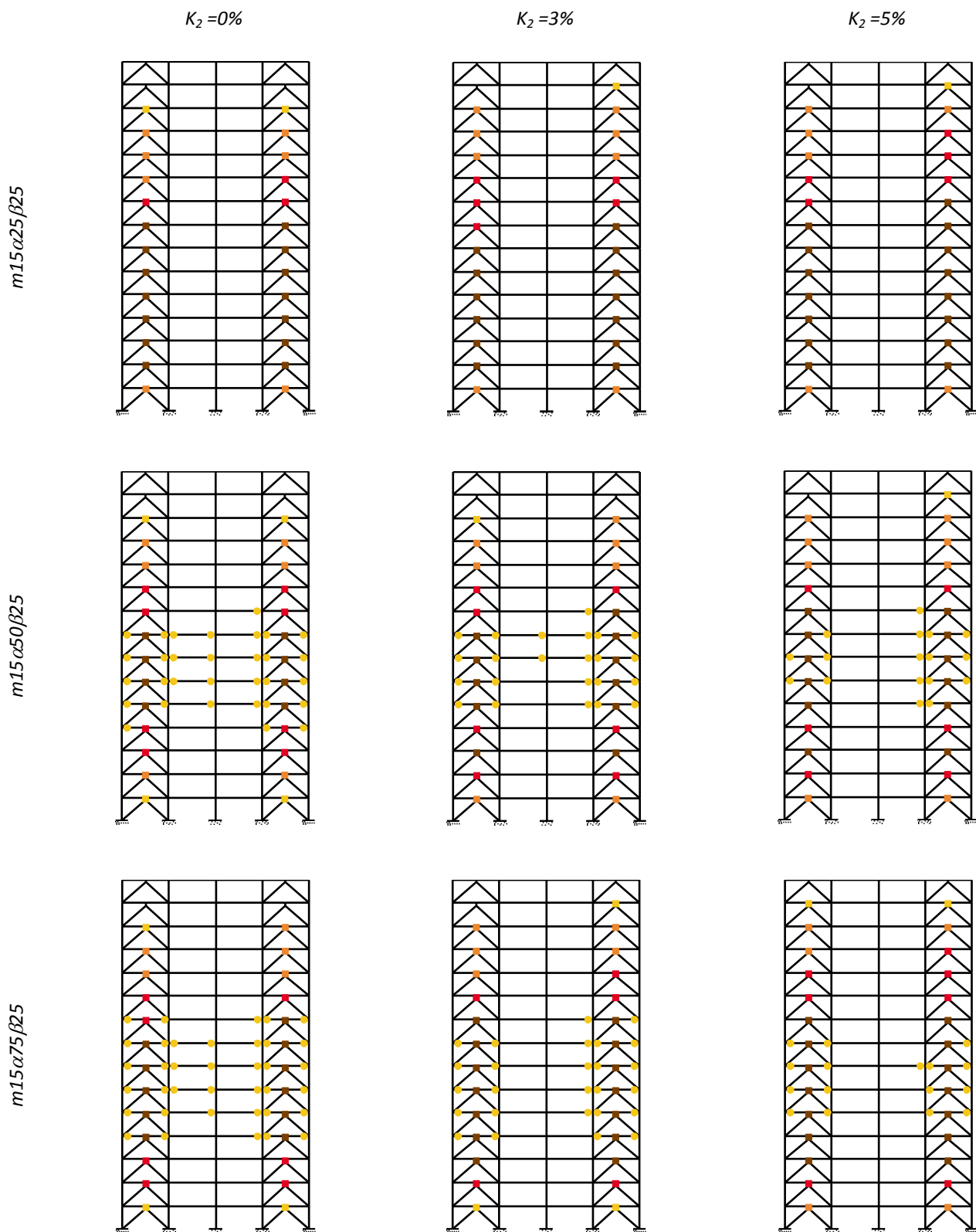


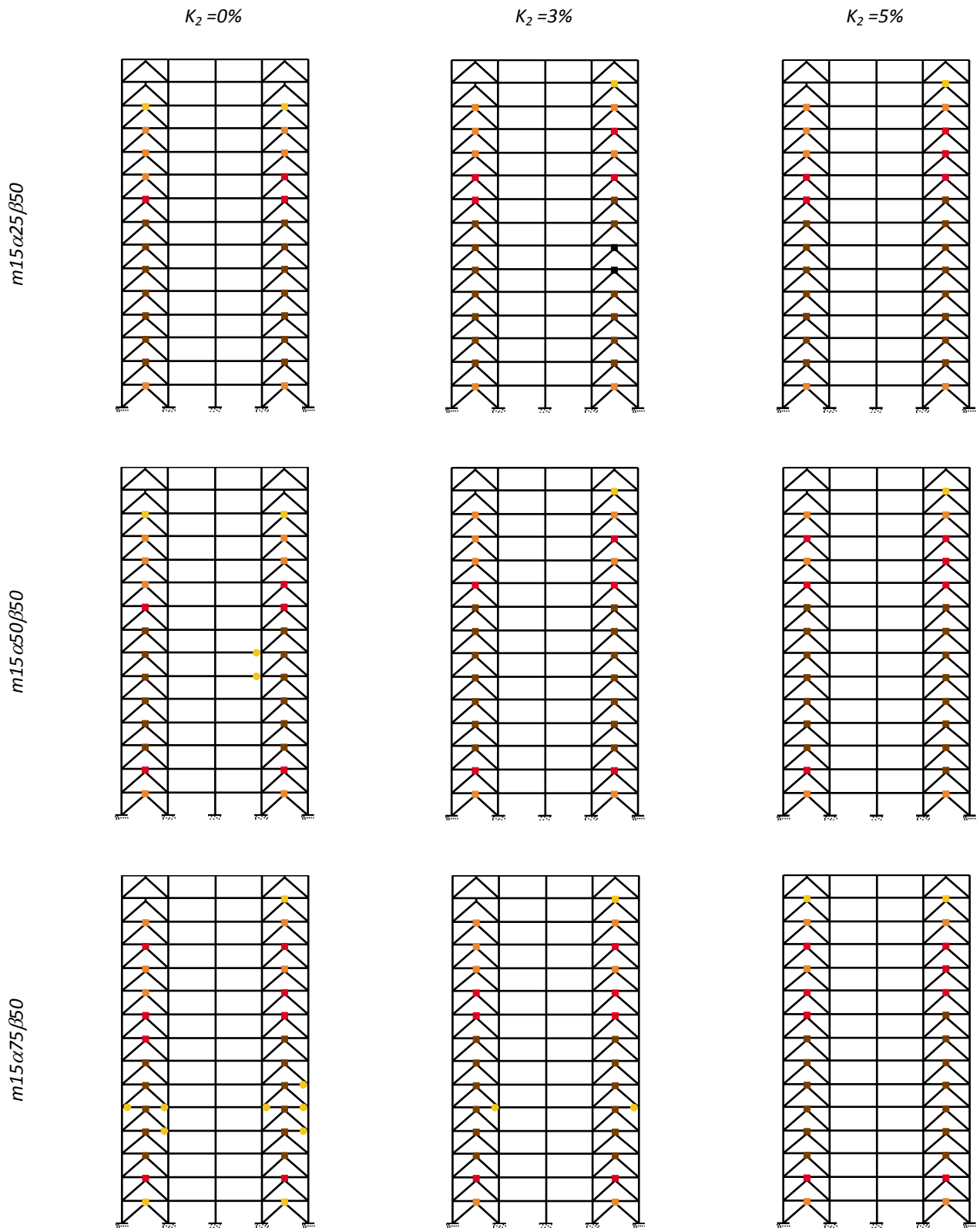


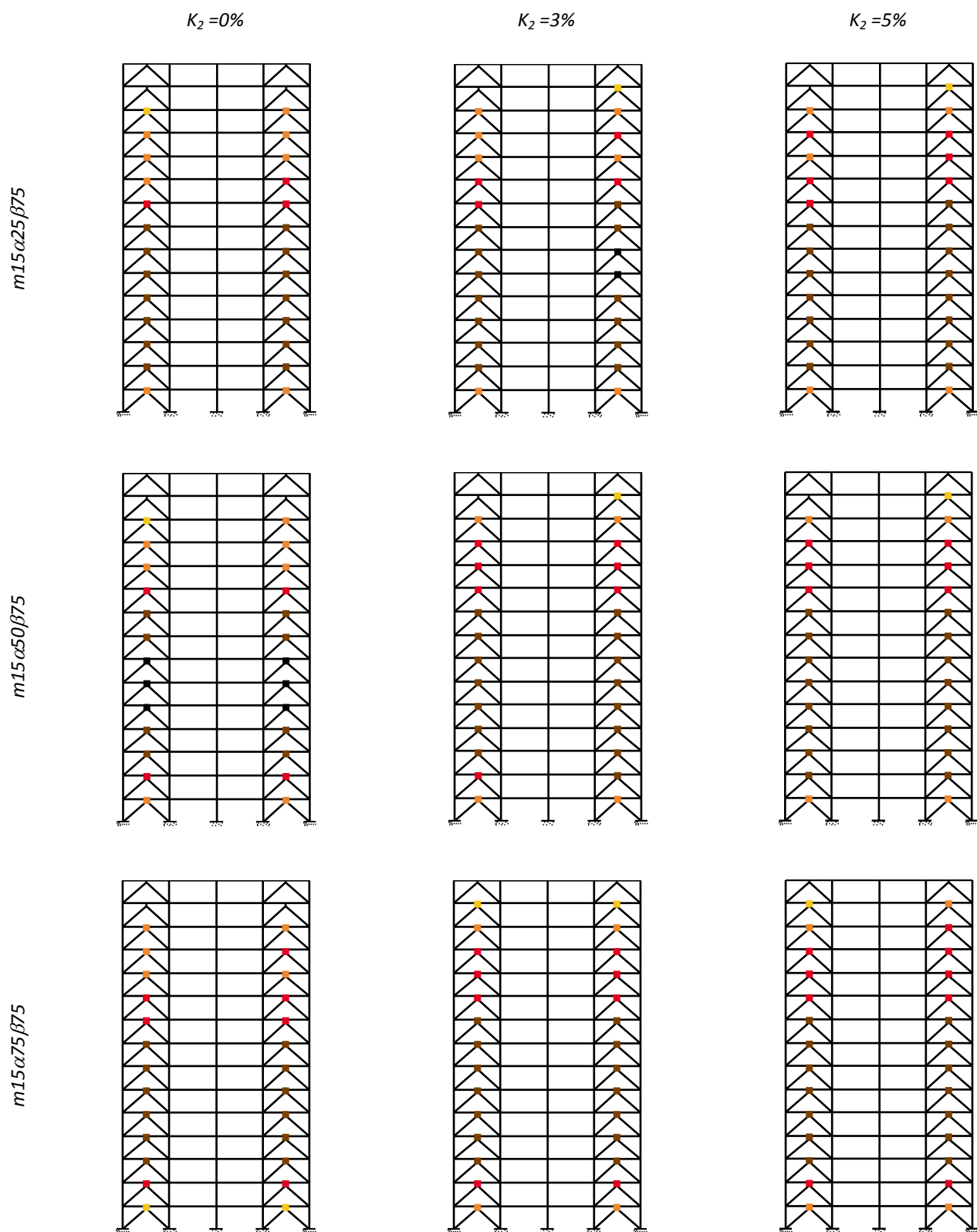


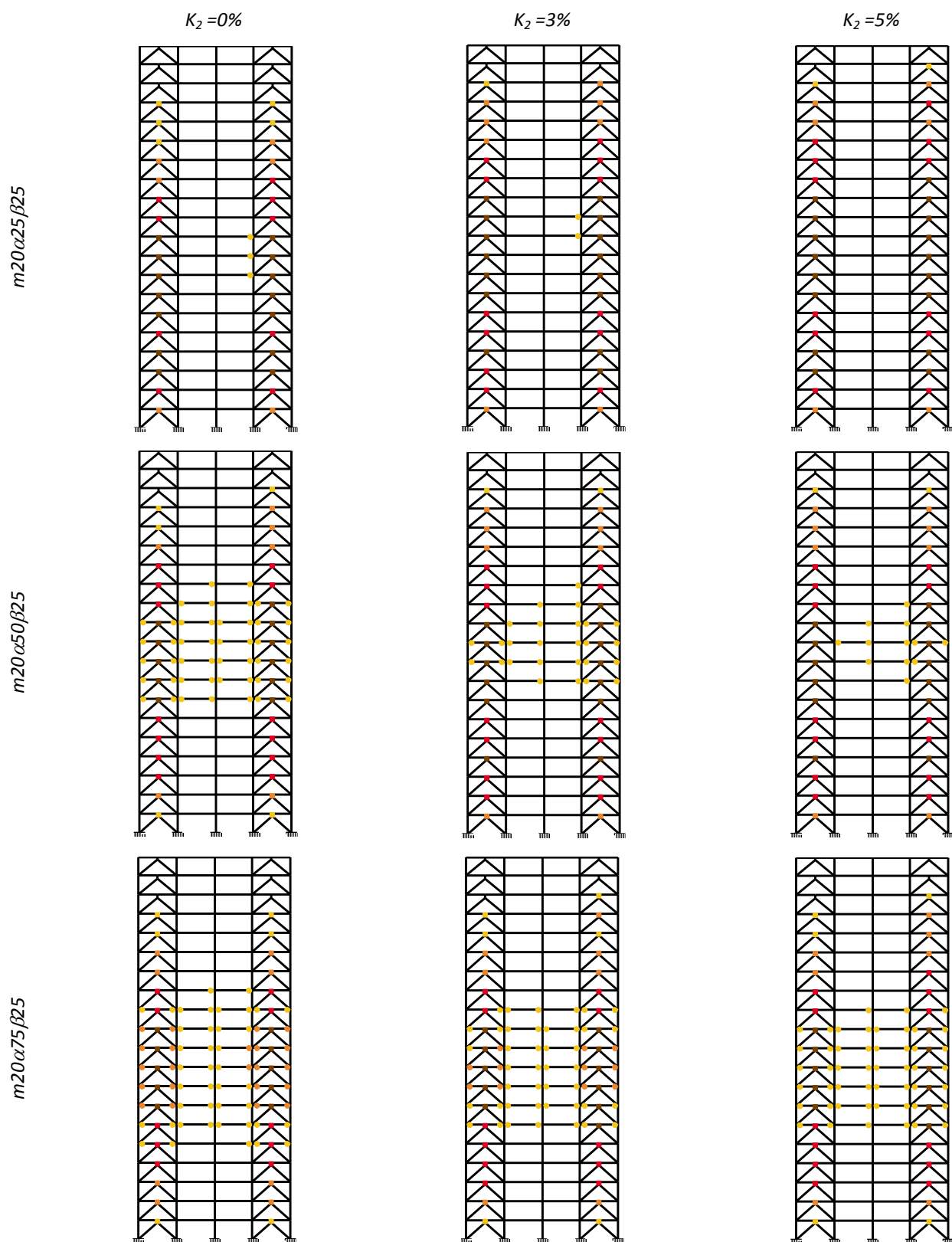


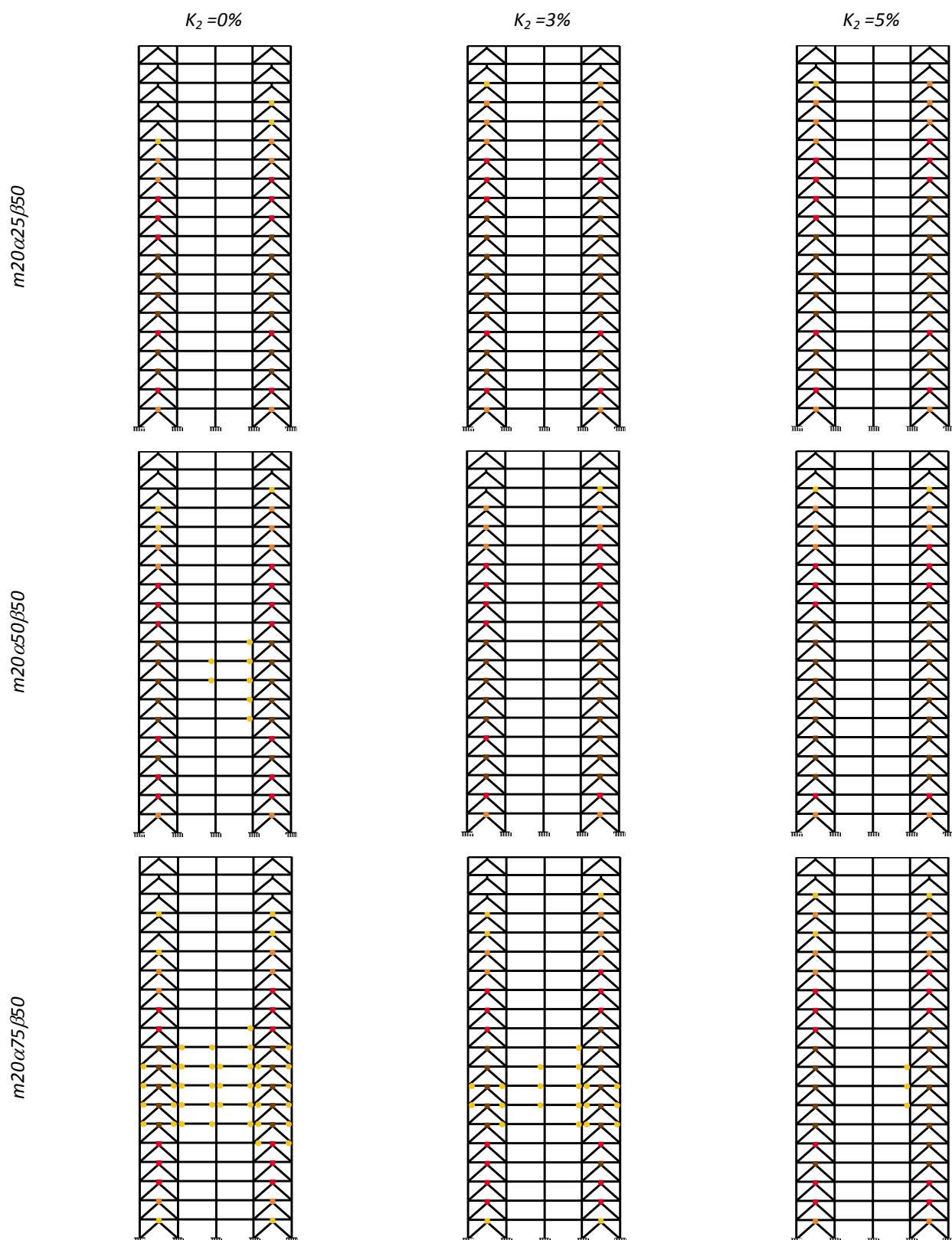


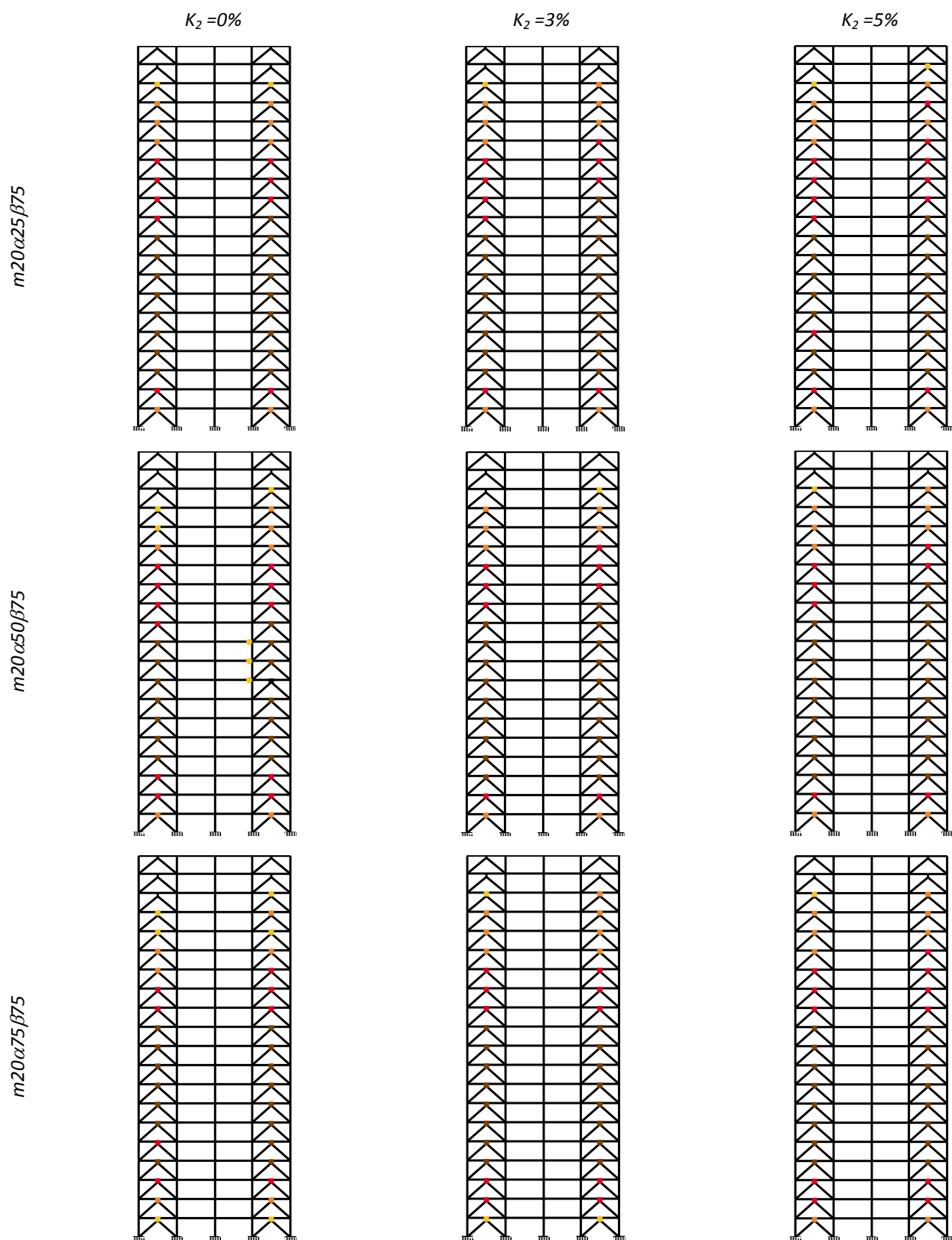


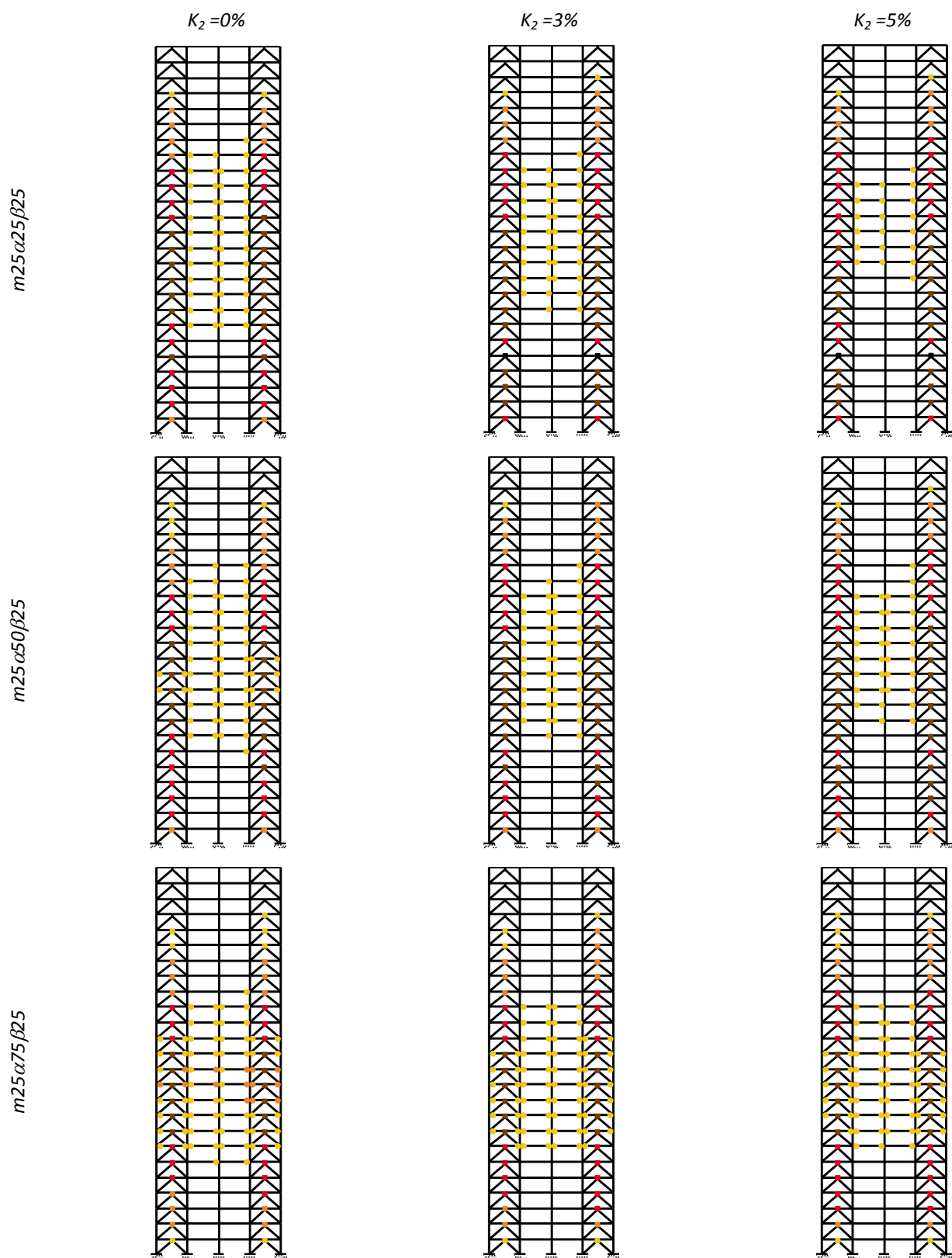


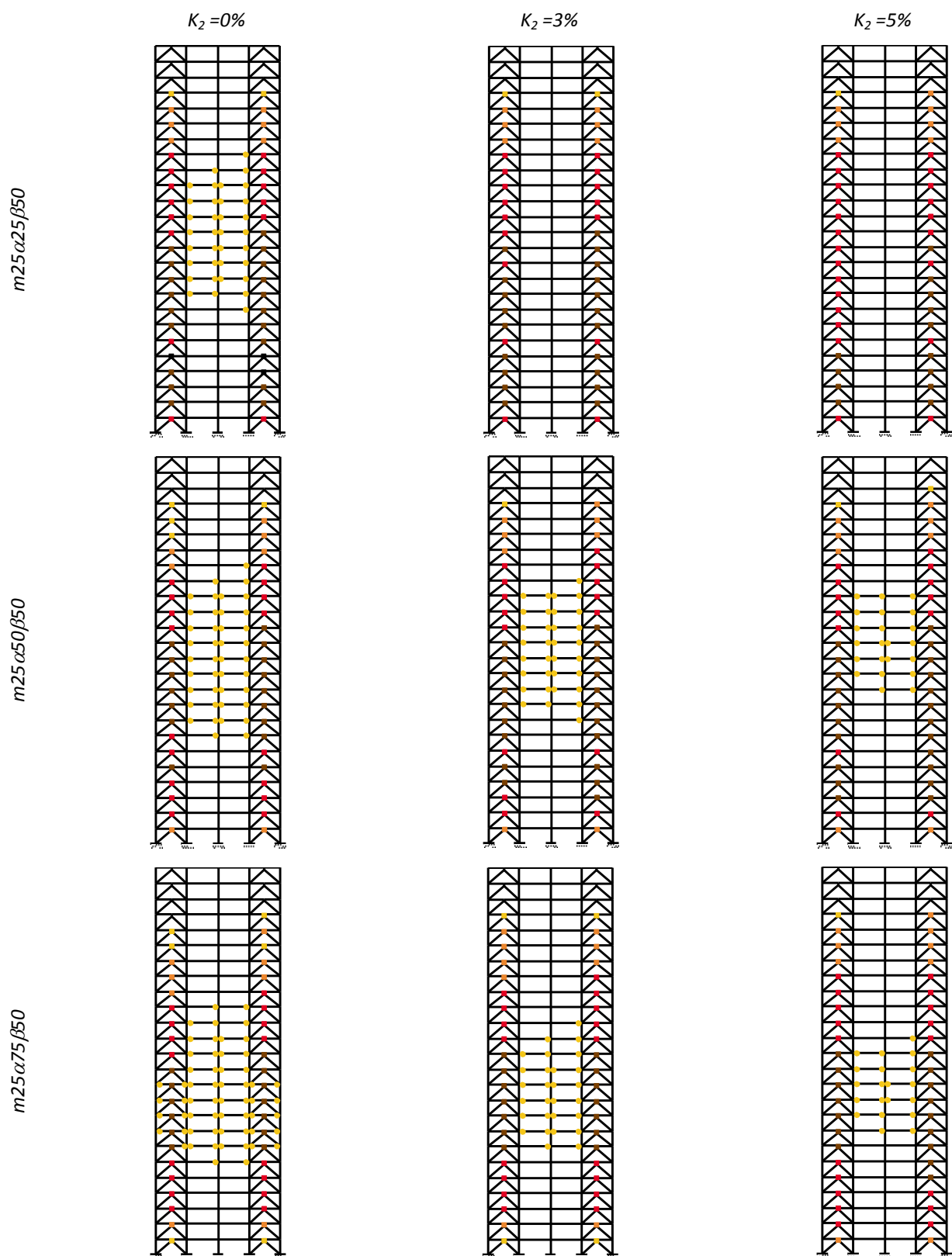


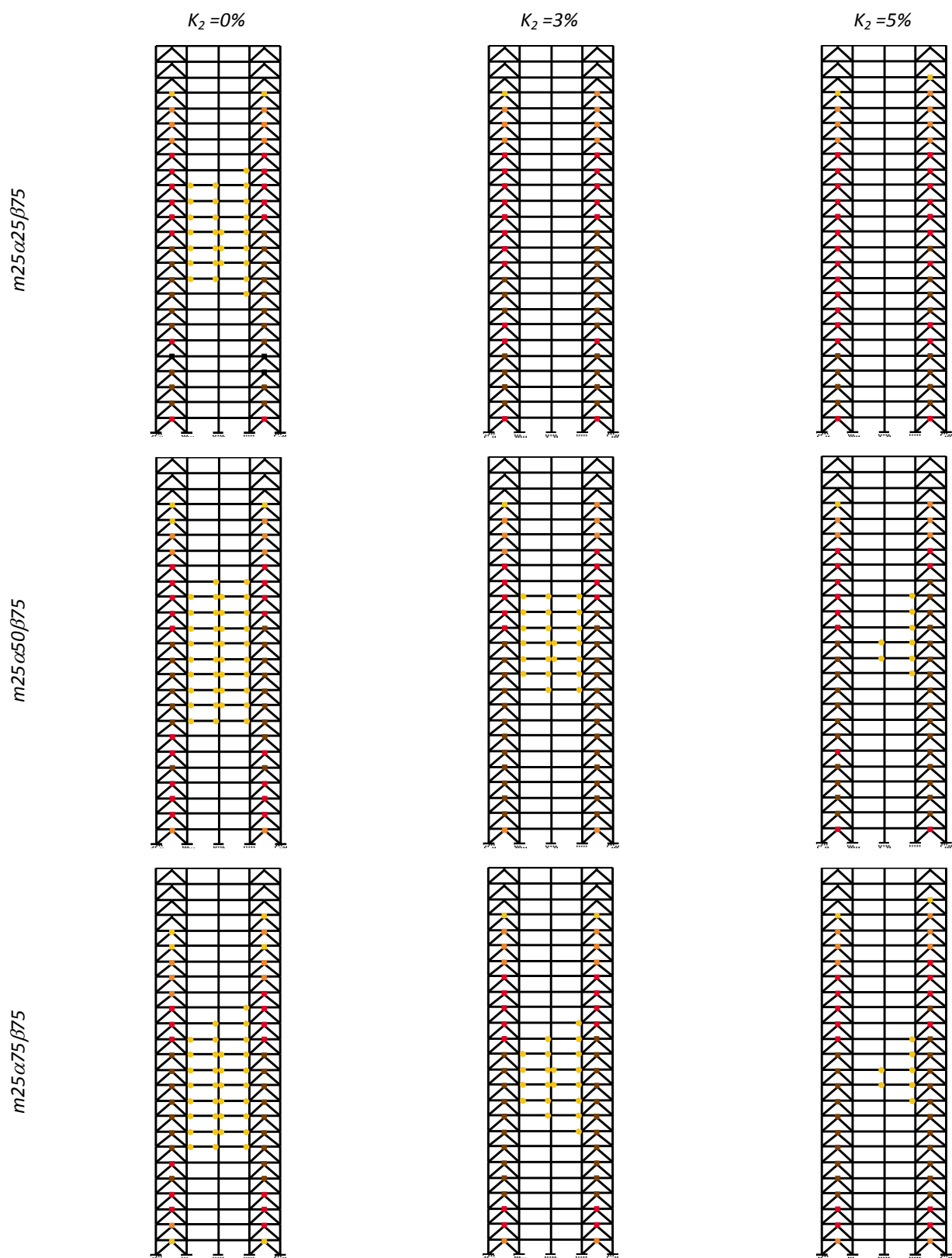












APÉNDICE D

En este apéndice se presentan las distorsiones últimas (Δ_u) de entrepiso de los 270 modelos estudiados, los cuales se clasificaron por nivel y ángulo de inclinación de los contravientos θ .

D.1. Distorsiones últimas (Δ_u) en marcos con disipadores de energía para $\theta=40^\circ$

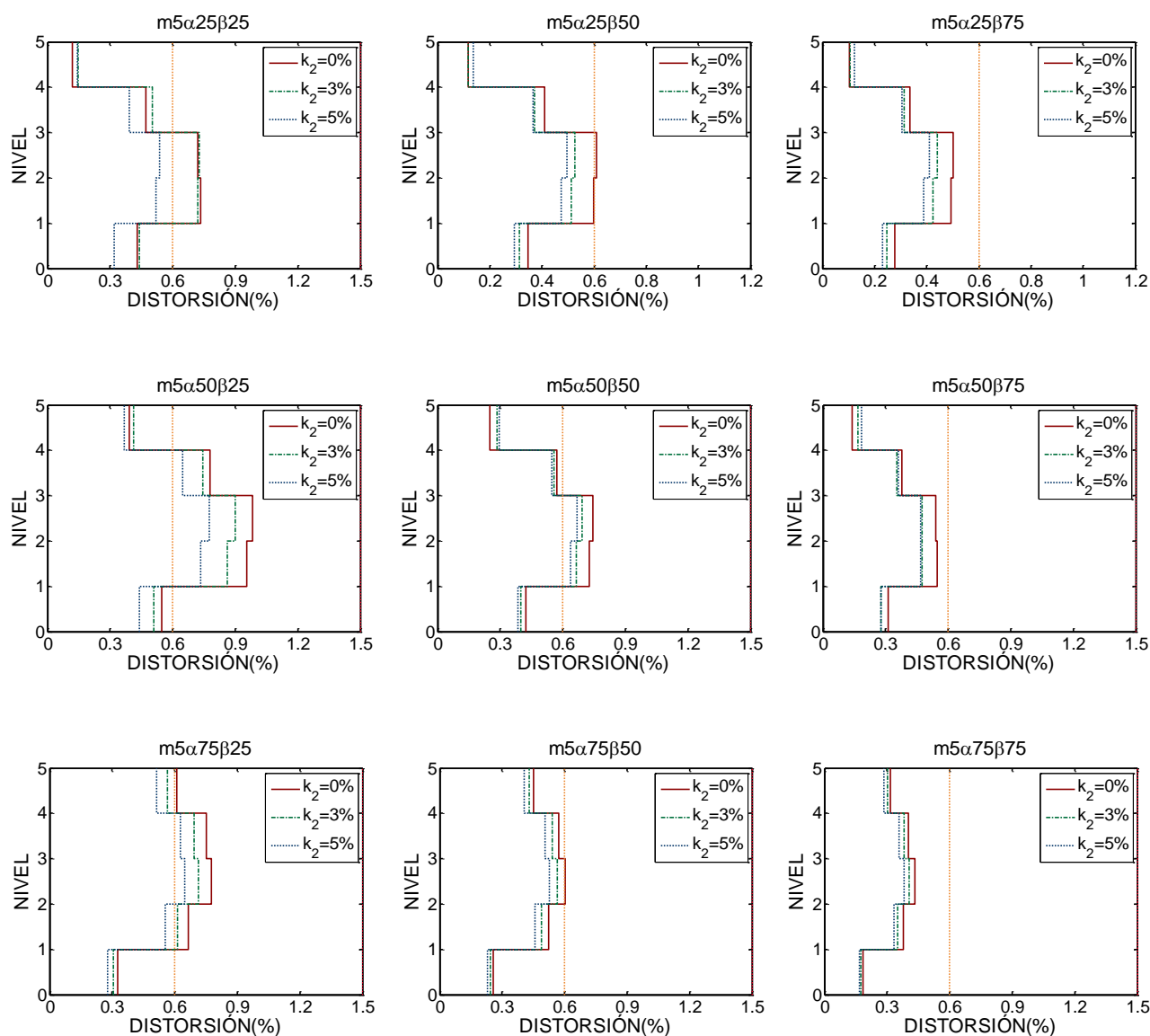


Figura D.1 Distorsiones últimas de entrepiso para modelo de 5 niveles con $\theta = 40^\circ$

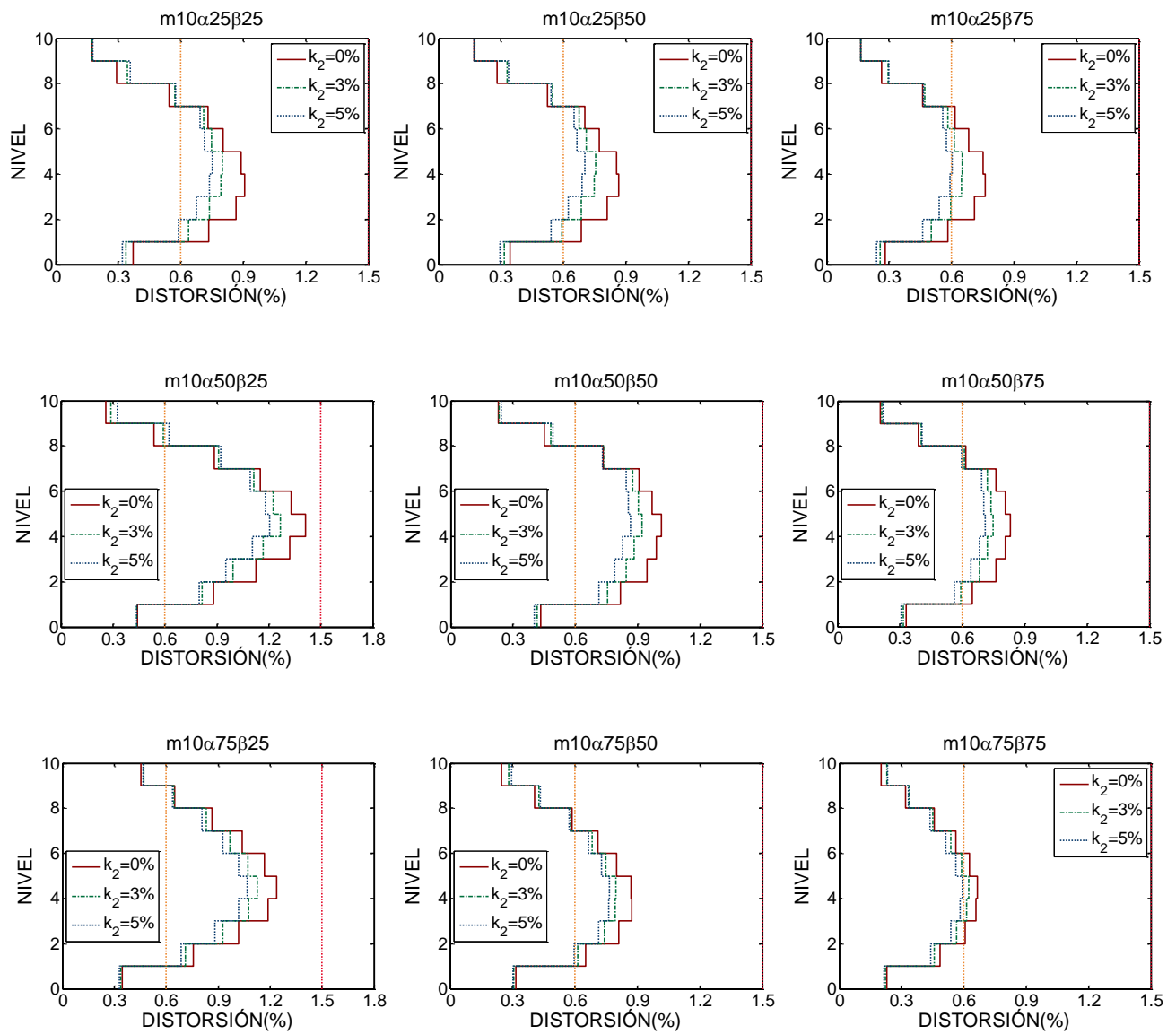


Figura D.2 Distorsiones últimas de entrepiso para modelo de 10 niveles con $\theta = 40^\circ$

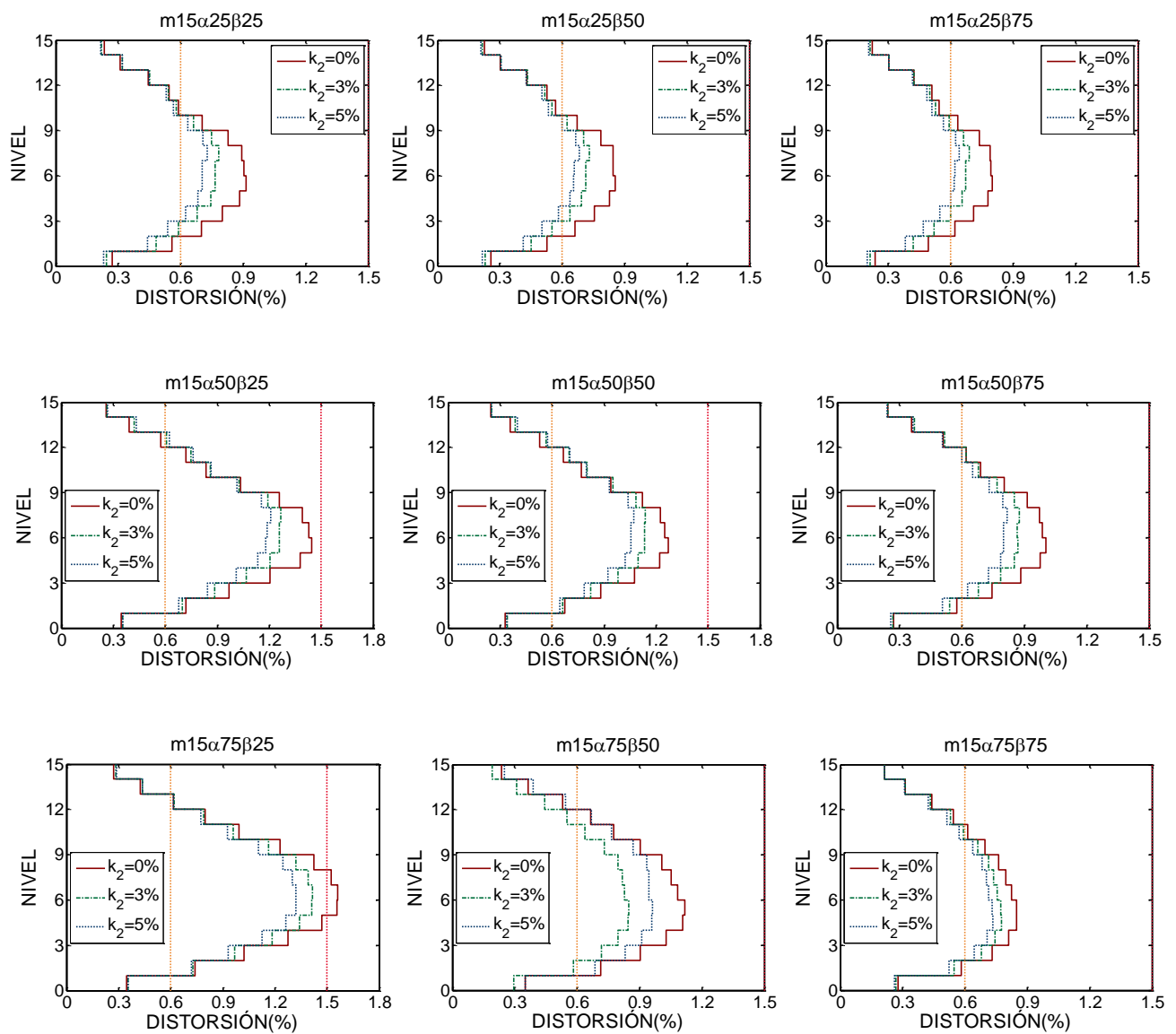


Figura D.3 Distorsiones últimas de entrepiso para modelo de 15 niveles con $\theta = 40^\circ$

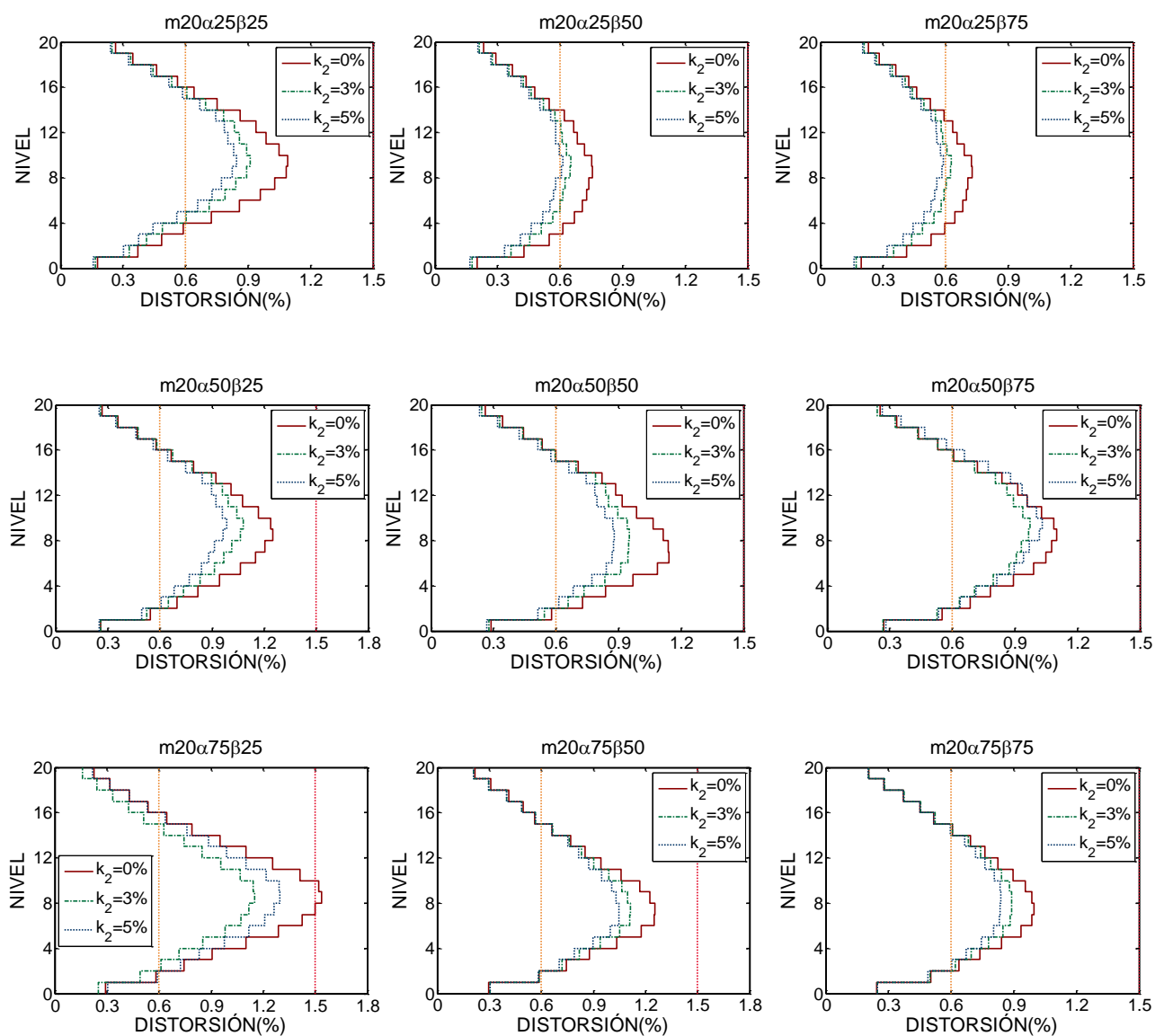


Figura D.4 Distorsiones últimas de entrepiso para modelo de 20 niveles con $\theta = 40^\circ$

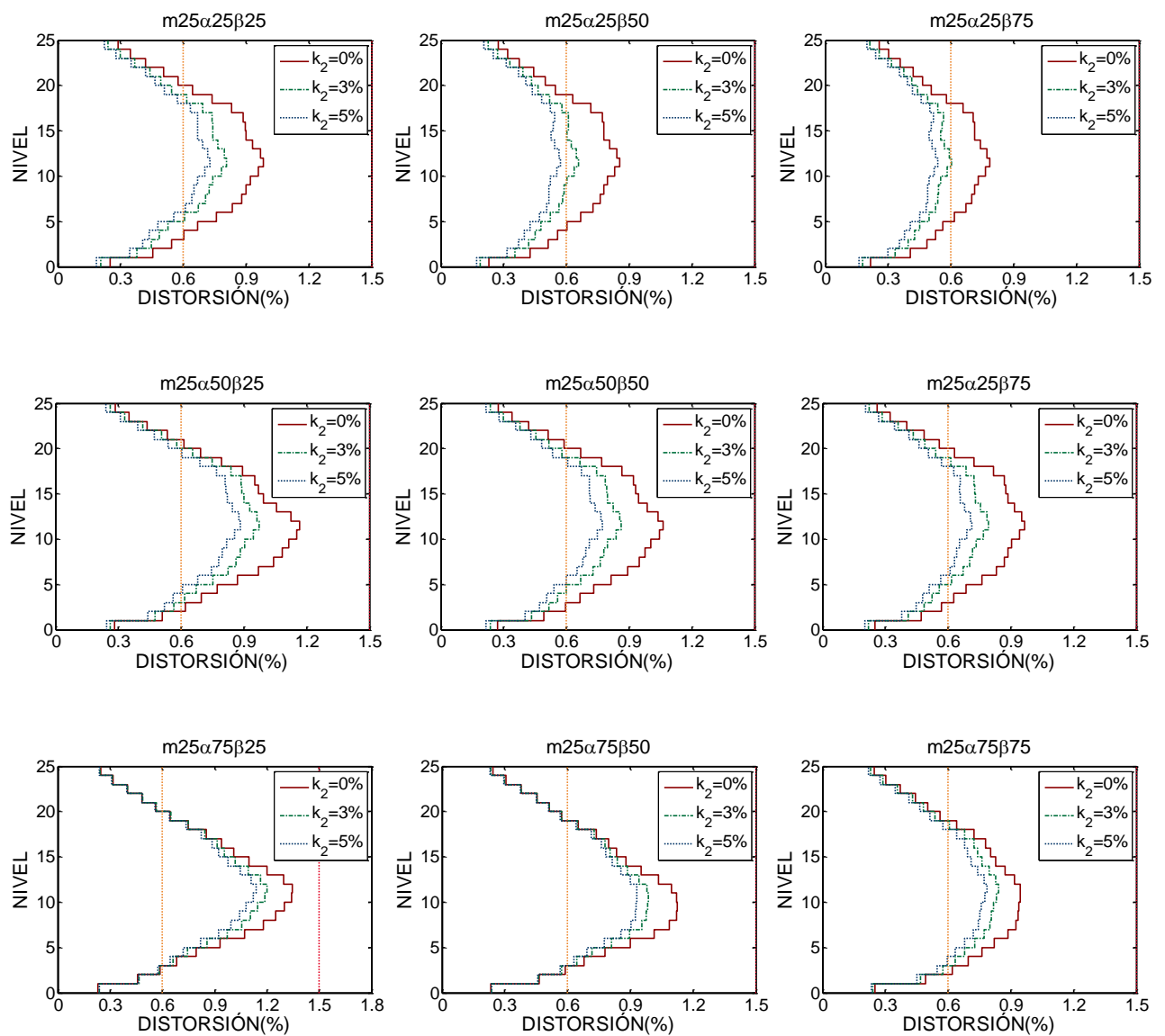
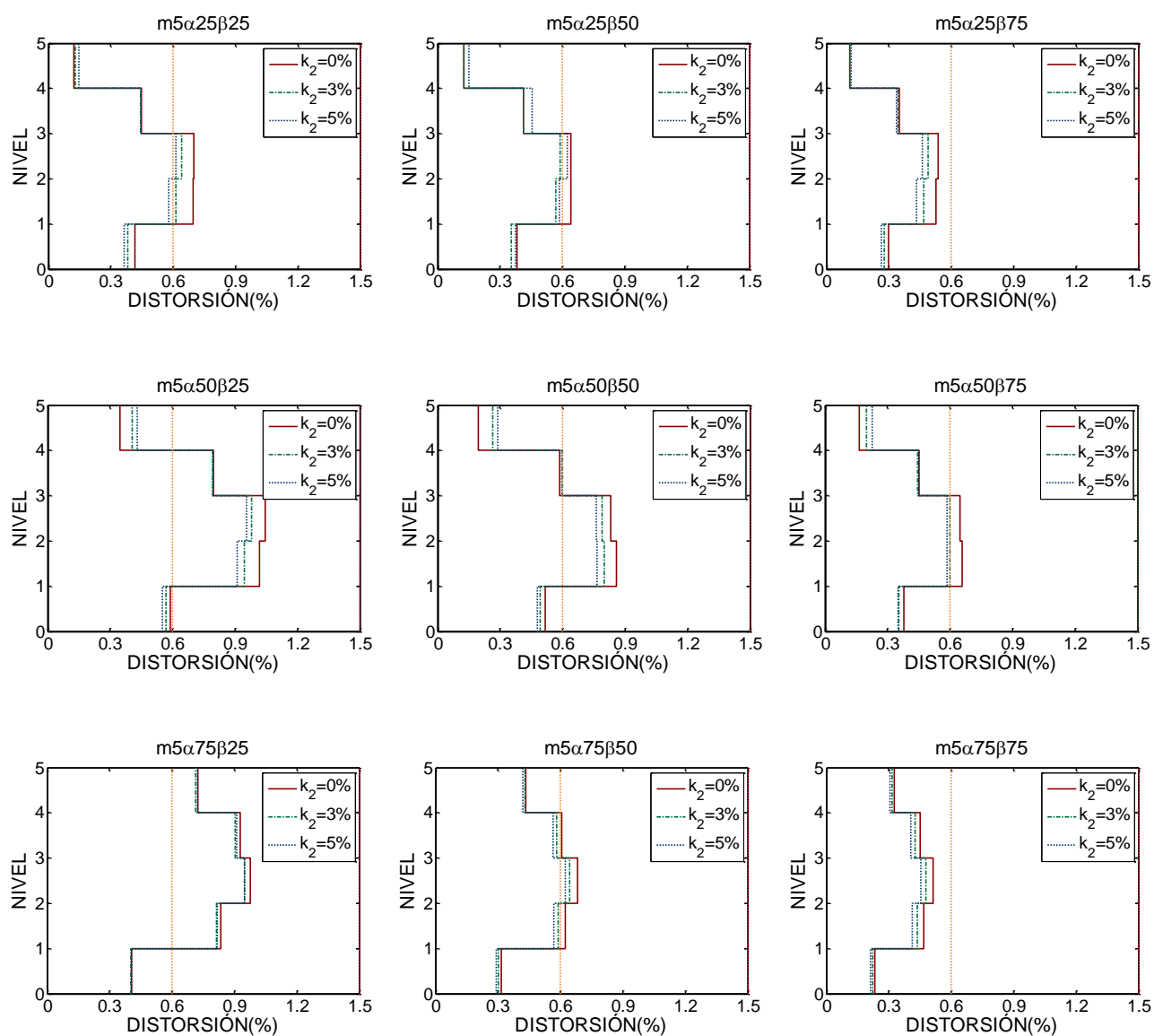


Figura D.5 Distorsiones últimas de para modelo de 25 niveles con $\theta = 40^\circ$

D.2. Distorsiones últimas (Δ_u) en marcos con disipadores de energía para $\theta=45^\circ$ Figura D.6 Distorsiones últimas de entrepiso para modelo de 5 niveles con $\theta = 45^\circ$

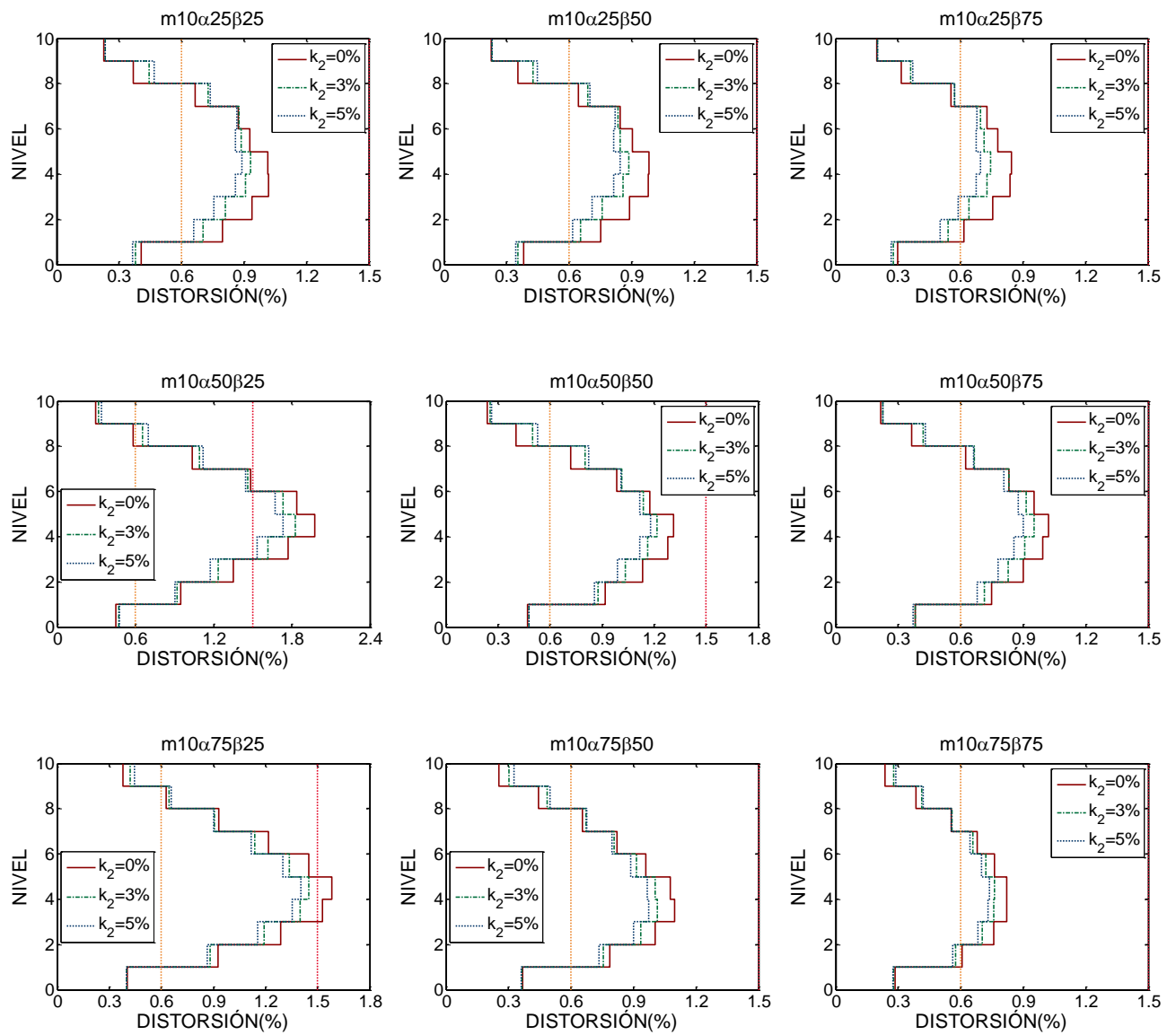


Figura D.7 Distorsiones últimas de entrepiso para modelo de 10 niveles con $\theta = 45^\circ$

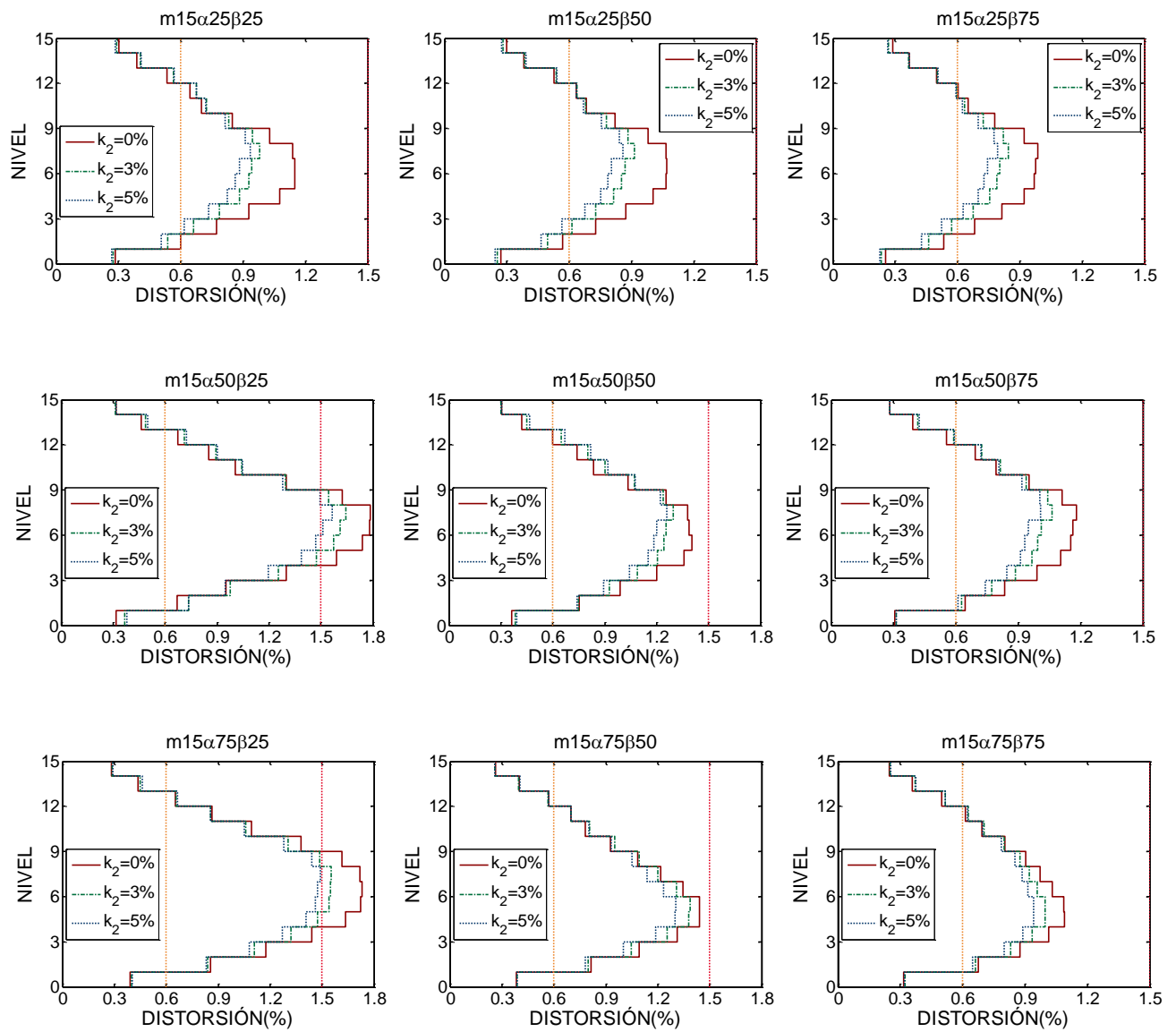


Figura D.8 Distorsiones últimas de entrepiso para modelo de 15 niveles con $\theta = 45^\circ$

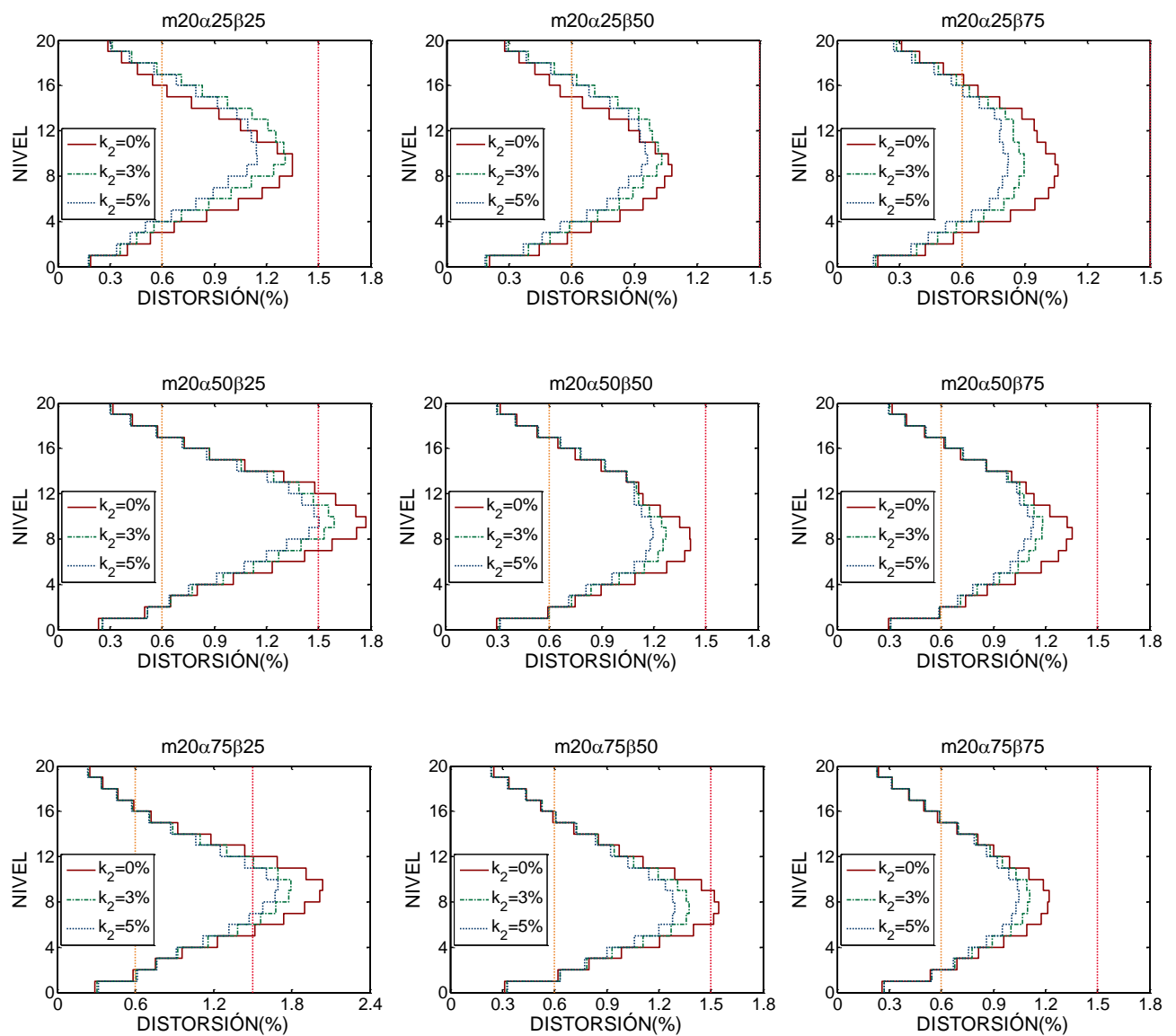


Figura D.9 Distorsiones últimas de entrepiso para modelo de 20 niveles con $\theta = 45^\circ$

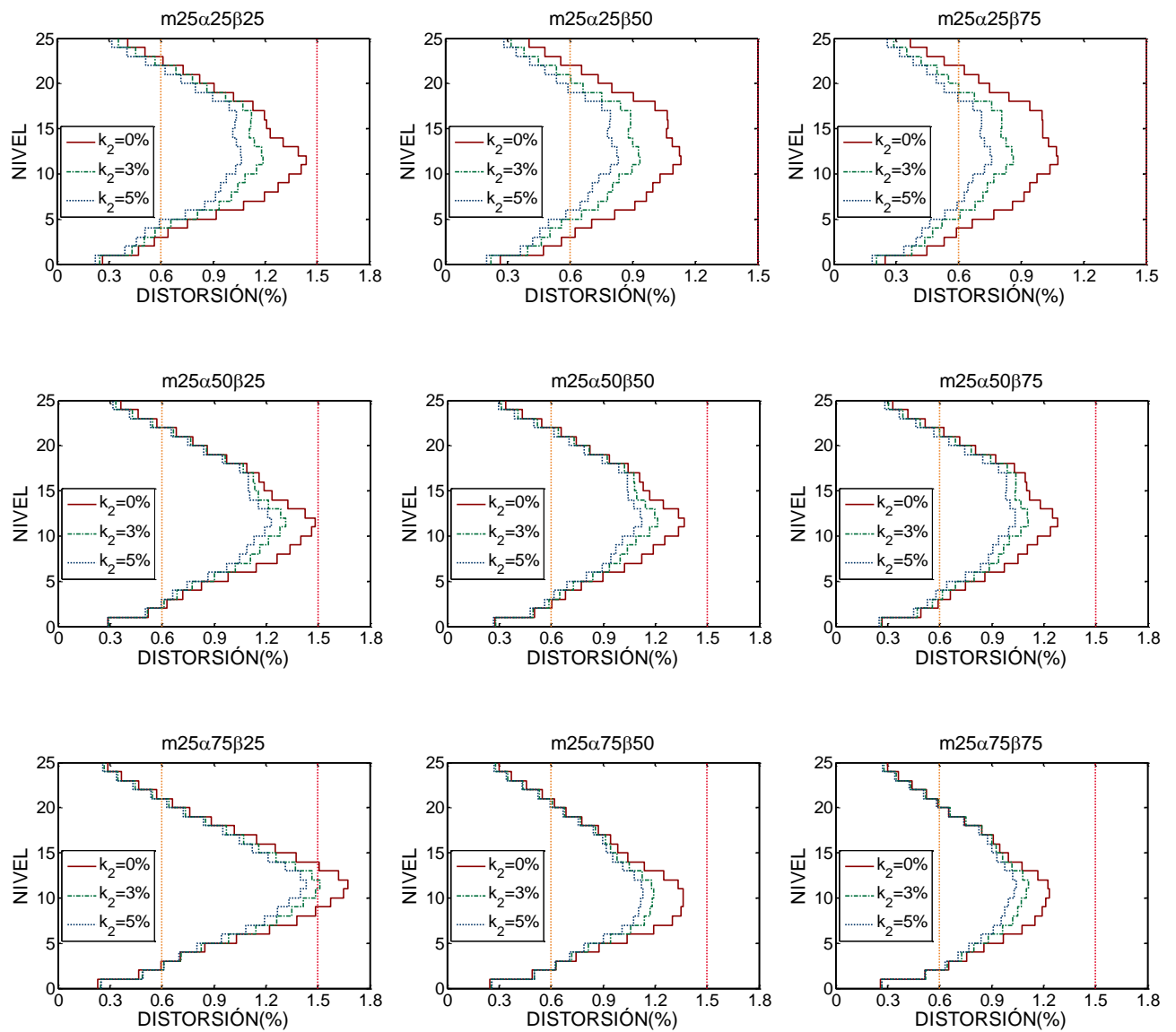
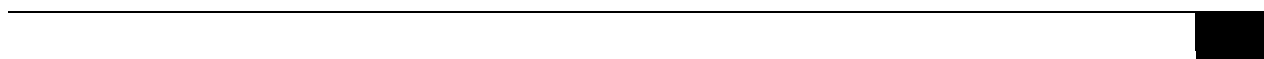


Figura D.10 Distorsiones últimas de entrepiso para modelo de 25 niveles con $\theta = 45^\circ$

APÉNDICE E



E.1. Tablas de secciones transversales para marcos de acero con disipadores de energía histeréticos para $\theta = 40^\circ$

Modelo de 5 niveles

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 25 \beta 2.5 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 44 x 44 x 1.6	1 - 3	44.0	1.6	44.0	1.6	150.6	928.3
CC 44 x 44 x 1.1	4 - 5	44.0	1.1	44.0	1.1	107.8	657.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W16x50	1 - 3	41.3	1.0	18.0	1.6	53.0	71.4
W16x40	4 - 5	40.7	0.8	17.8	1.3	42.0	57.5

CONTRAVENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 23 x 23 x 2.4	1 - 2	23.0	2.4	23.0	196.4	496.9	431.5
CV 20 x 20 x 1.3	3 - 5	20.0	1.3	20.0	95.1	240.7	200.6

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 18.7	1 - 2	50.0	25.0	18.7	13694	60.7	60.7
DISIP 25 x 14.8	3 - 5	50.0	25.0	14.8	6704	44.4	44.4

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 25 \beta 2.5 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 44 x 44 x 1.6	1 - 3	44.0	1.6	44.0	1.6	150.6	928.3
CC 44 x 44 x 1.1	4 - 5	44.0	1.1	44.0	1.1	107.8	657.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W16x50	1 - 3	41.3	1.0	18.0	1.6	53.0	71.4
W16x40	4 - 5	40.7	0.8	17.8	1.3	42.0	57.5

CONTRAVENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 23 x 23 x 2.4	1 - 2	23.0	2.4	23.0	196.4	496.9	431.5
CV 20 x 20 x 1.3	3 - 5	20.0	1.3	20.0	95.1	240.7	200.6

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 17.3	1 - 2	50.0	25.0	17.3	10794	47.3	60.1
DISIP 25 x 13.7	3 - 5	50.0	25.0	13.7	5301	34.1	43.3

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 25 \beta 2.5 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 44 x 44 x 1.6	1 - 3	44.0	1.6	44.0	1.6	150.6	928.3
CC 44 x 44 x 1.1	4 - 5	44.0	1.1	44.0	1.1	107.8	657.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W16x50	1 - 3	41.3	1.0	18.0	1.6	53.0	71.4
W16x40	4 - 5	40.7	0.8	17.8	1.3	42.0	57.5

CONTRAVENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 23 x 23 x 2.4	1 - 2	23.0	2.4	23.0	196.4	496.9	431.5
CV 20 x 20 x 1.3	3 - 5	20.0	1.3	20.0	95.1	240.7	200.6

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 16.5	1 - 2	50.0	25.0	16.5	9376	41.2	59.7
DISIP 25 x 13	3 - 5	50.0	25.0	13.0	4596	29.3	42.5

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 50 \beta 2.5 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 46 x 46 x 1.6	1 - 3	46.0	1.6	46.0	1.6	165.2	975.0
CC 46 x 46 x 1.1	4 - 5	46.0	1.1	46.0	1.1	118.1	690.2

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W21x44	1 - 3	52.5	0.9	16.5	1.1	54.9	86.4
W18x40	4 - 5	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 15 x 15 x 1.4	1 - 2	15.0	1.4	15.0	77.6	196.2	133.3
CV 12.5 x 12.5 x 0.8	3 - 5	12.5	0.8	12.5	37.2	94.0	55.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 13.8	1 - 2	50.0	25.0	13.8	5489	53.7	53.7
DISIP 25 x 10.8	3 - 5	50.0	25.0	10.8	2621	33.9	33.9

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 50 \beta 2.5 - K_2 = 3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 46 x 46 x 1.6	1 - 3	46.0	1.6	46.0	1.6	165.2	975.0
CC 46 x 46 x 1.1	4 - 5	46.0	1.1	46.0	1.1	118.1	690.2

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x44	1 - 3	52.5	0.9	16.5	1.1	54.9	86.4
W18x40	4 - 5	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 15 x 15 x 1.4	1 - 2	15.0	1.4	15.0	77.6	196.2	133.3
CV 12.5 x 12.5 x 0.8	3 - 5	12.5	0.8	12.5	37.2	94.0	55.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 12.7	1 - 2	50.0	25.0	12.7	4267	40.9	52.0
DISIP 25 x 10	3 - 5	50.0	25.0	10.0	2084	25.5	32.4

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 50 \beta 2.5 - K_2 = 5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 46 x 46 x 1.6	1 - 3	46.0	1.6	46.0	1.6	165.2	975.0
CC 46 x 46 x 1.1	4 - 5	46.0	1.1	46.0	1.1	118.1	690.2

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x44	1 - 3	52.5	0.9	16.5	1.1	54.9	86.4
W18x40	4 - 5	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 15 x 15 x 1.4	1 - 2	15.0	1.4	15.0	77.6	196.2	133.3
CV 12.5 x 12.5 x 0.8	3 - 5	12.5	0.8	12.5	37.2	94.0	55.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 12.2	1 - 2	50.0	25.0	12.2	3805	35.3	51.2
DISIP 25 x 9.5	3 - 5	50.0	25.0	9.5	1800	21.6	31.3

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 75 \beta 2.5 - K_2 = 0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 65 x 65 x 2.7	1 - 3	65.0	2.7	65.0	2.7	552.6	2364.0
CC 65 x 65 x 1.7	4 - 5	65.0	1.7	65.0	1.7	368.5	1553.0

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x50	1 - 3	52.9	1.0	16.6	1.4	63.4	94.1
W18x40	4 - 5	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 18.5 x 18.5 x 1.1	1 - 2	18.5	1.1	18.5	77.3	195.6	157.0
CV 15 x 15 x 0.6	3 - 5	15.0	0.6	15.0	36.5	92.3	65.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 13.8	1 - 2	50.0	25.0	13.8	5489	45.6	45.6
DISIP 25 x 10.6	3 - 5	50.0	25.0	10.6	2507	27.9	27.9

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 75 \beta 2.5 - K_2 = 3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 65 x 65 x 2.7	1 - 3	65.0	2.7	65.0	2.7	552.6	2364.0
CC 65 x 65 x 1.7	4 - 5	65.0	1.7	65.0	1.7	368.5	1553.0

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x50	1 - 3	52.9	1.0	16.6	1.4	63.4	94.1
W18x40	4 - 5	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 18.5 x 18.5 x 1.1	1 - 2	18.5	1.1	18.5	77.3	195.6	157.0
CV 15 x 15 x 0.6	3 - 5	15.0	0.6	15.0	36.5	92.3	65.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 12.7	1 - 2	50.0	25.0	12.7	4267	34.1	43.3
DISIP 25 x 9.8	3 - 5	50.0	25.0	9.8	1986	20.7	26.3

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 75 \beta 25 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 65 x 65 x 2.7	1-3	65.0	2.7	65.0	2.7	552.6	2364.0
CC 65 x 65 x 1.7	4-5	65.0	1.7	65.0	1.7	368.5	1553.0

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x50	1-3	52.9	1.0	16.6	1.4	63.4	94.1
W18x40	4-5	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 18.5 x 18.5 x 1.1	1-2	18.5	1.1	18.5	77.3	195.6	157.0
CV 15 x 15 x 0.6	3-5	15.0	0.6	15.0	36.5	92.3	65.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 12.2	1-2	50.0	25.0	12.2	3805	29.0	42.0
DISIP 25 x 9.5	3-5	50.0	25.0	9.5	1800	17.7	25.6

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 25 \beta 50 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 44 x 44 x 1.6	1-3	44.0	1.6	44.0	1.6	150.6	928.3
CC 44 x 44 x 1.1	4-5	44.0	1.1	44.0	1.1	107.8	657.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W16x50	1-3	41.3	1.0	18.0	1.6	53.0	71.4
W16x36	4-5	40.3	0.8	17.7	1.1	36.9	55.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 17.5 x 17.5 x 1.9	1-3	17.5	1.9	17.5	118.8	300.6	227.0
CV 13 x 13 x 1.3	4-5	13.0	1.3	13.0	59.6	150.8	89.3

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 20	1-2	50.0	25.0	20.0	16673	62.6	62.6
DISIP 25 x 15.9	3-5	50.0	25.0	15.9	8335	43.5	43.5

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 25 \beta 50 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 44 x 44 x 1.6	1-3	44.0	1.6	44.0	1.6	150.6	928.3
CC 44 x 44 x 1.1	4-5	44.0	1.1	44.0	1.1	107.8	657.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W16x50	1-3	41.3	1.0	18.0	1.6	53.0	71.4
W16x36	4-5	40.3	0.8	17.7	1.1	36.9	55.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 17.5 x 17.5 x 1.9	1-3	17.5	1.9	17.5	118.8	300.6	227.0
CV 13 x 13 x 1.3	4-5	13.0	1.3	13.0	59.6	150.8	89.3

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 18.4	1-2	50.0	25.0	18.4	13010	46.7	59.3
DISIP 25 x 14.6	3-5	50.0	25.0	14.6	6490	33.5	42.5

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 25 \beta 50 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 44 x 44 x 1.6	1-3	44.0	1.6	44.0	1.6	150.6	928.3
CC 44 x 44 x 1.1	4-5	44.0	1.1	44.0	1.1	107.8	657.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W16x50	1-3	41.3	1.0	18.0	1.6	53.0	71.4
W16x36	4-5	40.3	0.8	17.7	1.1	36.9	55.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 17.5 x 17.5 x 1.9	1-3	17.5	1.9	17.5	118.8	300.6	227.0
CV 13 x 13 x 1.3	4-5	13.0	1.3	13.0	59.6	150.8	89.3

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 17.6	1-2	50.0	25.0	17.6	11399	40.7	59.0
DISIP 25 x 14	3-5	50.0	25.0	14.0	5680	28.9	42.0

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 50 \beta 50 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 46 x 46 x 1.6	1-3	46.0	1.6	46.0	1.6	165.2	975.0
CC 46 x 46 x 1.1	4-5	46.0	1.1	46.0	1.1	118.1	690.2

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x44	1-3	52.5	0.9	16.5	1.1	54.9	86.4
W18x40	4-5	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 13.5 x 13.5 x 1	1-3	13.5	1.0	13.5	47.8	120.9	76.4
CV 13.5 x 13.5 x 0.5	4-5	13.5	0.5	13.5	24.8	62.8	41.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 14.8	1-2	50.0	25.0	14.8	6704	52.0	52.0
DISIP 25 x 11.9	3-5	50.0	25.0	11.9	3516	33.8	33.8

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 50 \beta 50 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 46 x 46 x 1.6	1-3	46.0	1.6	46.0	1.6	165.2	975.0
CC 46 x 46 x 1.1	4-5	46.0	1.1	46.0	1.1	118.1	690.2

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x44	1-3	52.5	0.9	16.5	1.1	54.9	86.4
W18x40	4-5	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 13.5 x 13.5 x 1	1-3	13.5	1.0	13.5	47.8	120.9	76.4
CV 13.5 x 13.5 x 0.5	4-5	13.5	0.5	13.5	24.8	62.8	41.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 13.7	1-2	50.0	25.0	13.7	5301	40.0	50.8
DISIP 25 x 11	3-5	50.0	25.0	11.0	2738	25.6	32.6

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 50 \beta 50 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 46 x 46 x 1.6	1-3	46.0	1.6	46.0	1.6	165.2	975.0
CC 46 x 46 x 1.1	4-5	46.0	1.1	46.0	1.1	118.1	690.2

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x44	1-3	52.5	0.9	16.5	1.1	54.9	86.4
W18x40	4-5	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 13.5 x 13.5 x 1	1-3	13.5	1.0	13.5	47.8	120.9	76.4
CV 13.5 x 13.5 x 0.5	4-5	13.5	0.5	13.5	24.8	62.8	41.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 13	1-2	50.0	25.0	13.0	4596	34.5	50.0
DISIP 25 x 10.5	3-5	50.0	25.0	10.5	2396	21.9	31.8

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 75 \beta 50 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 65 x 65 x 2.7	1-3	65.0	2.7	65.0	2.7	552.6	2352.3
CC 65 x 65 x 1.7	4-5	65.0	1.7	65.0	1.7	368.5	1545.8

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x50	1-3	52.9	1.0	16.6	1.4	63.4	94.1
W18x40	4-5	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 13 x 13 x 1	1-3	13.0	1.0	13.0	45.9	116.1	70.5
CV 13 x 13 x 0.5	4-5	13.0	0.5	13.0	23.9	60.4	38.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 14.6	1-2	50.0	25.0	14.6	6490	42.7	42.7
DISIP 25 x 11.7	3-5	50.0	25.0	11.7	3377	27.9	27.9

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 75 \beta 50 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección	Niveles	H	t _w	B _f	t _f	M _p	P _{cr}
cm x cm x cm		cm	cm	cm	cm	ton-m	ton
CC 65 x 65 x 2.7	1 - 3	65.0	2.7	65.0	2.7	552.6	2352.3
CC 65 x 65 x 1.7	4 - 5	65.0	1.7	65.0	1.7	368.5	1545.8

VIGAS							
Sección	Niveles	H	t _w	B _f	t _f	M _p	V _N
in x lb/ft		cm	cm	cm	cm	ton-m	ton
W21x50	1 - 3	52.9	1.0	16.6	1.4	63.4	94.1
W18x40	4 - 5	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección	Niveles	H	t _w	B _f	A	P _y	P _c
cm x cm x cm		cm	cm	cm	cm ²	ton	ton
CV 13 x 13 x 1	1 - 3	13.0	1.0	13.0	45.9	116.1	70.5
CV 13 x 13 x 0.5	4 - 5	13.0	0.5	13.0	23.9	60.4	38.0

DISIPADORES							
Sección	Niveles	L	B _{eq}	t	I	V _y	V _u
cm x cm		cm	cm	cm	cm ⁴	ton	ton
DISIP 25 x 13.5	1 - 2	50.0	25.0	13.5	5119	32.3	41.0
DISIP 25 x 10.8	3 - 5	50.0	25.0	10.8	2621	20.9	26.6

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 75 \beta 50 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección	Niveles	H	t _w	B _f	t _f	M _p	P _{cr}
cm x cm x cm		cm	cm	cm	cm	ton-m	ton
CC 65 x 65 x 2.7	1 - 3	65.0	2.7	65.0	2.7	552.6	2352.3
CC 65 x 65 x 1.7	4 - 5	65.0	1.7	65.0	1.7	368.5	1545.8

VIGAS							
Sección	Niveles	H	t _w	B _f	t _f	M _p	V _N
in x lb/ft		cm	cm	cm	cm	ton-m	ton
W21x50	1 - 3	52.9	1.0	16.6	1.4	63.4	94.1
W18x40	4 - 5	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección	Niveles	H	t _w	B _f	A	P _y	P _c
cm x cm x cm		cm	cm	cm	cm ²	ton	ton
CV 13 x 13 x 1	1 - 3	13.0	1.0	13.0	45.9	116.1	70.5
CV 13 x 13 x 0.5	4 - 5	13.0	0.5	13.0	23.9	60.4	38.0

DISIPADORES							
Sección	Niveles	L	B _{eq}	t	I	V _y	V _u
cm x cm		cm	cm	cm	cm ⁴	ton	ton
DISIP 25 x 12.9	1 - 2	50.0	25.0	12.9	4430	27.5	39.9
DISIP 25 x 10.3	3 - 5	50.0	25.0	10.3	2289	17.8	25.8

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 25 \beta 75 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección	Niveles	H	t _w	B _f	t _f	M _p	P _{cr}
cm x cm x cm		cm	cm	cm	cm	ton-m	ton
CC 50 x 50 x 1.6	1 - 3	50.0	1.6	50.0	1.6	196.2	1066.6
CC 50 x 50 x 1.1	4 - 5	50.0	1.1	50.0	1.1	140.1	754.3

VIGAS							
Sección	Niveles	H	t _w	B _f	t _f	M _p	V _N
in x lb/ft		cm	cm	cm	cm	ton-m	ton
W16x50	1 - 3	41.3	1.0	18.0	1.6	53.0	71.4
W16x36	4 - 5	40.3	0.8	17.7	1.1	36.9	55.3

CONTRAVIENTOS							
Sección	Niveles	H	t _w	B _f	A	P _y	P _c
cm x cm x cm		cm	cm	cm	cm ²	ton	ton
CV 16 x 16 x 2.1	1 - 3	16.0	2.1	16.0	115.0	291.1	203.0
CV 16 x 16 x 1	4 - 5	16.0	1.0	16.0	57.3	145.0	106.5

DISIPADORES							
Sección	Niveles	L	B _{eq}	t	I	V _y	V _u
cm x cm		cm	cm	cm	cm ⁴	ton	ton
DISIP 25 x 22.7	1 - 2	50.0	25.0	22.7	24373	59.9	59.9
DISIP 25 x 17.9	3 - 5	50.0	25.0	17.9	12026	43.6	43.6

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 25 \beta 75 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección	Niveles	H	t _w	B _f	t _f	M _p	P _{cr}
cm x cm x cm		cm	cm	cm	cm	ton-m	ton
CC 50 x 50 x 1.6	1 - 3	50.0	1.6	50.0	1.6	196.2	1066.6
CC 50 x 50 x 1.1	4 - 5	50.0	1.1	50.0	1.1	140.1	754.3

VIGAS							
Sección	Niveles	H	t _w	B _f	t _f	M _p	V _N
in x lb/ft		cm	cm	cm	cm	ton-m	ton
W16x50	1 - 3	41.3	1.0	18.0	1.6	53.0	71.4
W16x36	4 - 5	40.3	0.8	17.7	1.1	36.9	55.3

CONTRAVIENTOS							
Sección	Niveles	H	t _w	B _f	A	P _y	P _c
cm x cm x cm		cm	cm	cm	cm ²	ton	ton
CV 16 x 16 x 2.1	1 - 3	16.0	2.1	16.0	115.0	291.1	203.0
CV 16 x 16 x 1	4 - 5	16.0	1.0	16.0	57.3	145.0	106.5

DISIPADORES							
Sección	Niveles	L	B _{eq}	t	I	V _y	V _u
cm x cm		cm	cm	cm	cm ⁴	ton	ton
DISIP 25 x 21	1 - 2	50.0	25.0	21.0	19170	46.9	59.5
DISIP 25 x 16.5	3 - 5	50.0	25.0	16.5	9376	33.7	42.8

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 25 \beta 75 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 50 x 50 x 1.6	1 - 3	50.0	1.6	50.0	1.6	196.2	1066.6
CC 50 x 50 x 1.1	4 - 5	50.0	1.1	50.0	1.1	140.1	754.3

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W16x50	1 - 3	41.3	1.0	18.0	1.6	53.0	71.4
W16x36	4 - 5	40.3	0.8	17.7	1.1	36.9	55.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 16 x 16 x 2.1	1 - 3	16.0	2.1	16.0	115.0	291.1	203.0
CV 16 x 16 x 1	4 - 5	16.0	1.0	16.0	57.3	145.0	106.5

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 20	1 - 2	50.0	25.0	20.0	16673	40.8	59.2
DISIP 25 x 15.9	3 - 5	50.0	25.0	15.9	8335	29.3	42.4

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 50 \beta 75 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 51 x 51 x 1.7	1 - 3	51.0	1.7	51.0	1.7	223.5	1194.7
CC 51 x 51 x 1.3	4 - 5	51.0	1.3	51.0	1.3	165.6	877.6

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x44	1 - 3	52.5	0.9	16.5	1.1	54.9	86.4
W18x40	4 - 5	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 15.5 x 15.5 x 0.8	1 - 2	15.5	0.8	15.5	46.7	118.1	85.3
CV 14 x 14 x 0.6	3 - 5	14.0	0.6	14.0	33.9	85.9	57.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 16.8	1 - 2	50.0	25.0	16.8	9927	50.5	50.5
DISIP 25 x 15.1	3 - 5	50.0	25.0	15.1	7146	38.9	38.9

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 50 \beta 75 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 51 x 51 x 1.7	1 - 3	51.0	1.7	51.0	1.7	223.5	1194.7
CC 51 x 51 x 1.3	4 - 5	51.0	1.3	51.0	1.3	165.6	877.6

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x44	1 - 3	52.5	0.9	16.5	1.1	54.9	86.4
W18x40	4 - 5	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 15.5 x 15.5 x 0.8	1 - 2	15.5	0.8	15.5	46.7	118.1	85.3
CV 14 x 14 x 0.6	3 - 5	14.0	0.6	14.0	33.9	85.9	57.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 15.6	1 - 2	50.0	25.0	15.6	7845	39.0	49.5
DISIP 25 x 14	3 - 5	50.0	25.0	14.0	5680	30.0	38.1

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 50 \beta 75 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 51 x 51 x 1.7	1 - 3	51.0	1.7	51.0	1.7	223.5	1194.7
CC 51 x 51 x 1.3	4 - 5	51.0	1.3	51.0	1.3	165.6	877.6

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x44	1 - 3	52.5	0.9	16.5	1.1	54.9	86.4
W18x40	4 - 5	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 15.5 x 15.5 x 0.8	1 - 2	15.5	0.8	15.5	46.7	118.1	85.3
CV 14 x 14 x 0.6	3 - 5	14.0	0.6	14.0	33.9	85.9	57.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 14.8	1 - 2	50.0	25.0	14.8	6704	33.6	48.7
DISIP 25 x 13.3	3 - 5	50.0	25.0	13.3	4940	25.9	37.5

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 75 \beta 75 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 70 x 70 x 2.9	1-3	70.0	2.9	70.0	2.9	679.6	2688.3
CC 70 x 70 x 1.9	4-5	70.0	1.9	70.0	1.9	465.9	1818.1

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W21x50	1-3	52.9	1.0	16.6	1.4	63.4	94.1
W18x40	4-5	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 13 x 13 x 1	1-3	13.0	1.0	13.0	45.9	116.1	70.5
CV 12 x 12 x 0.6	4-5	12.0	0.6	12.0	28.9	73.0	41.6

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 16.7	1-2	50.0	25.0	16.7	9649	41.3	41.3
DISIP 25 x 14.3	3-5	50.0	25.0	14.3	6076	31.5	31.5

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 75 \beta 75 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 70 x 70 x 2.9	1-3	70.0	2.9	70.0	2.9	679.6	2688.3
CC 70 x 70 x 1.9	4-5	70.0	1.9	70.0	1.9	465.9	1818.1

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W21x50	1-3	52.9	1.0	16.6	1.4	63.4	94.1
W18x40	4-5	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 13 x 13 x 1	1-3	13.0	1.0	13.0	45.9	116.1	70.5
CV 12 x 12 x 0.6	4-5	12.0	0.6	12.0	28.9	73.0	41.6

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 15.4	1-2	50.0	25.0	15.4	7607	31.6	40.1
DISIP 25 x 13.2	3-5	50.0	25.0	13.2	4766	24.0	30.4

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 75 \beta 75 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 70 x 70 x 2.9	1-3	70.0	2.9	70.0	2.9	679.6	2688.3
CC 70 x 70 x 1.9	4-5	70.0	1.9	70.0	1.9	465.9	1818.1

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W21x50	1-3	52.9	1.0	16.6	1.4	63.4	94.1
W18x40	4-5	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 13 x 13 x 1	1-3	13.0	1.0	13.0	45.9	116.1	70.5
CV 12 x 12 x 0.6	4-5	12.0	0.6	12.0	28.9	73.0	41.6

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 14.8	1-2	50.0	25.0	14.8	6704	27.1	39.3
DISIP 25 x 12.7	3-5	50.0	25.0	12.7	4267	20.6	29.9

Modelo de 10 niveles

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 25 \beta 25 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 58 x 58 x 1.9	1 - 4	58.0	1.9	58.0	1.9	316.2	1491.1
CC 58 x 58 x 1.4	5 - 7	58.0	1.4	58.0	1.4	241.1	1128.1
CC 58 x 58 x 1.1	8-10	58.0	1.1	58.0	1.1	189.6	882.4

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W16x56	1 - 4	41.5	1.0	26.0	1.7	74.9	73.7
W16x57	5 - 7	41.7	1.1	18.1	1.8	60.5	80.2
W16x40	8-10	40.7	0.8	17.8	1.3	42.0	57.5

CONTRAVENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 26 x 26 x 5.1	1 - 3	26.0	5.1	26.0	425.1	1075.5	946.1
CV 23 x 23 x 2.7	4 - 6	23.0	2.7	23.0	219.2	554.5	479.1
CV 20 x 20 x 1.4	7-10	20.0	1.4	20.0	106.1	268.5	223.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 24.3	1 - 3	50.0	25.0	24.3	29852	125.4	125.4
DISIP 25 x 19.5	4 - 6	50.0	25.0	19.5	15510	105.4	105.4
DISIP 25 x 15.2	7-10	50.0	25.0	15.2	7374	67.7	67.7

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 25 \beta 25 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 58 x 58 x 1.9	1 - 4	58.0	1.9	58.0	1.9	316.2	1491.1
CC 58 x 58 x 1.4	5 - 7	58.0	1.4	58.0	1.4	241.1	1128.1
CC 58 x 58 x 1.1	8-10	58.0	1.1	58.0	1.1	189.6	882.4

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W16x56	1 - 4	41.5	1.0	26.0	1.7	74.9	73.7
W16x57	5 - 7	41.7	1.1	18.1	1.8	60.5	80.2
W16x40	8-10	40.7	0.8	17.8	1.3	42.0	57.5

CONTRAVENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 26 x 26 x 5.1	1 - 3	26.0	5.1	26.0	425.1	1075.5	946.1
CV 23 x 23 x 2.7	4 - 6	23.0	2.7	23.0	219.2	554.5	479.1
CV 20 x 20 x 1.4	7-10	20.0	1.4	20.0	106.1	268.5	223.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 22.4	1 - 3	50.0	25.0	22.4	23365	98.4	125.0
DISIP 25 x 17.9	4 - 6	50.0	25.0	17.9	12026	81.3	103.2
DISIP 25 x 14.1	7-10	50.0	25.0	14.1	5876	51.9	65.9

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 25 \beta 25 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 58 x 58 x 1.9	1 - 4	58.0	1.9	58.0	1.9	316.2	1491.1
CC 58 x 58 x 1.4	5 - 7	58.0	1.4	58.0	1.4	241.1	1128.1
CC 58 x 58 x 1.1	8-10	58.0	1.1	58.0	1.1	189.6	882.4

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W16x56	1 - 4	41.5	1.0	26.0	1.7	74.9	73.7
W16x57	5 - 7	41.7	1.1	18.1	1.8	60.5	80.2
W16x40	8-10	40.7	0.8	17.8	1.3	42.0	57.5

CONTRAVENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 26 x 26 x 5.1	1 - 3	26.0	5.1	26.0	425.1	1075.5	946.1
CV 23 x 23 x 2.7	4 - 6	23.0	2.7	23.0	219.2	554.5	479.1
CV 20 x 20 x 1.4	7-10	20.0	1.4	20.0	106.1	268.5	223.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 21.4	1 - 3	50.0	25.0	21.4	20507	86.0	124.7
DISIP 25 x 17.1	4 - 6	50.0	25.0	17.1	10500	70.3	101.9
DISIP 25 x 13.5	7-10	50.0	25.0	13.5	5119	44.6	64.7

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 50 \beta 25 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 58 x 58 x 1.7	1 - 4	58.0	1.7	58.0	1.7	291.5	1371.2
CC 58 x 58 x 1.4	5 - 7	58.0	1.4	58.0	1.4	241.1	1128.2
CC 58 x 58 x 1.1	8-10	58.0	1.1	58.0	1.1	189.6	882.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W21x62	1 - 4	53.3	1.0	20.9	1.6	83.0	99.0
W18x55	5 - 7	46.0	1.0	19.1	1.6	64.5	81.9
W18x40	8-10	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 22 x 22 x 1.9	1 - 3	22.0	1.9	22.0	153.1	387.4	332.9
CV 18 x 18 x 1.1	4 - 6	18.0	1.1	18.0	75.1	189.9	150.1
CV 16 x 16 x 0.6	7-10	16.0	0.6	16.0	39.0	98.7	73.5

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 17.3	1 - 3	50.0	25.0	17.3	10794	114.8	114.8
DISIP 25 x 13.7	4 - 6	50.0	25.0	13.7	5301	83.2	83.2
DISIP 25 x 11	7-10	50.0	25.0	11.0	2738	51.5	51.5

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 50 \beta 25 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 58 x 58 x 1.7	1 - 4	58.0	1.7	58.0	1.7	291.5	1371.2
CC 58 x 58 x 1.4	5 - 7	58.0	1.4	58.0	1.4	241.1	1128.2
CC 58 x 58 x 1.1	8-10	58.0	1.1	58.0	1.1	189.6	882.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x62	1 - 4	53.3	1.0	20.9	1.6	83.0	99.0
W18x55	5 - 7	46.0	1.0	19.1	1.6	64.5	81.9
W18x40	8-10	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 22 x 22 x 1.9	1 - 3	22.0	1.9	22.0	153.1	387.4	332.9
CV 18 x 18 x 1.1	4 - 6	18.0	1.1	18.0	75.1	189.9	150.1
CV 16 x 16 x 0.6	7-10	16.0	0.6	16.0	39.0	98.7	73.5

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 16	1 - 3	50.0	25.0	16.0	8587	88.9	113.0
DISIP 25 x 12.5	4 - 6	50.0	25.0	12.5	4109	63.2	80.3
DISIP 25 x 10.2	7-10	50.0	25.0	10.2	2185	38.8	49.3

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 50 \beta 25 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 58 x 58 x 1.7	1 - 4	58.0	1.7	58.0	1.7	291.5	1371.2
CC 58 x 58 x 1.4	5 - 7	58.0	1.4	58.0	1.4	241.1	1128.2
CC 58 x 58 x 1.1	8-10	58.0	1.1	58.0	1.1	189.6	882.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x62	1 - 4	53.3	1.0	20.9	1.6	83.0	99.0
W18x55	5 - 7	46.0	1.0	19.1	1.6	64.5	81.9
W18x40	8-10	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 22 x 22 x 1.9	1 - 3	22.0	1.9	22.0	153.1	387.4	332.9
CV 18 x 18 x 1.1	4 - 6	18.0	1.1	18.0	75.1	189.9	150.1
CV 16 x 16 x 0.6	7-10	16.0	0.6	16.0	39.0	98.7	73.5

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 15.2	1 - 3	50.0	25.0	15.2	7374	76.5	111.0
DISIP 25 x 12.1	4 - 6	50.0	25.0	12.1	3659	54.4	78.9
DISIP 25 x 9.7	7-10	50.0	25.0	9.7	1892	32.8	47.6

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 75 \beta 25 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 78 x 78 x 2.2	1 - 4	78.0	2.2	78.0	2.2	673.1	2364.7
CC 78 x 78 x 1.9	5 - 7	78.0	1.9	78.0	1.9	581.7	2035.4
CC 78 x 78 x 1.6	8-10	78.0	1.6	78.0	1.6	488.8	1703.3

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W 24x68	1 - 4	60.3	1.1	22.8	1.5	101.9	116.4
W 21x68	5 - 7	53.7	1.1	21.0	1.7	92.2	105.8
W 21x50	8-10	52.9	1.0	16.6	1.4	63.4	94.1

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 21 x 21 x 1.6	1 - 3	21.0	1.6	21.0	123.3	311.9	264.1
CV 18 x 18 x 0.8	4 - 6	18.0	0.8	18.0	54.6	138.2	110.3
CV 14 x 14 x 0.5	7-10	14.0	0.5	14.0	25.8	65.2	44.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 16	1 - 3	50.0	25.0	16.0	8587	107.6	107.6
DISIP 25 x 12.2	4 - 6	50.0	25.0	12.2	3805	68.0	68.0
DISIP 25 x 9.5	7-10	50.0	25.0	9.5	1800	34.9	34.9

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 75 \beta 25 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 78 x 78 x 2.2	1 - 4	78.0	2.2	78.0	2.2	673.1	2364.7
CC 78 x 78 x 1.9	5 - 7	78.0	1.9	78.0	1.9	581.7	2035.4
CC 78 x 78 x 1.6	8-10	78.0	1.6	78.0	1.6	488.8	1703.3

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W 24x68	1 - 4	60.3	1.1	22.8	1.5	101.9	116.4
W 21x68	5 - 7	53.7	1.1	21.0	1.7	92.2	105.8
W 21x50	8-10	52.9	1.0	16.6	1.4	63.4	94.1

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 21 x 21 x 1.6	1 - 3	21.0	1.6	21.0	123.3	311.9	264.1
CV 18 x 18 x 0.8	4 - 6	18.0	0.8	18.0	54.6	138.2	110.3
CV 14 x 14 x 0.5	7-10	14.0	0.5	14.0	25.8	65.2	44.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 14.8	1 - 3	50.0	25.0	14.8	6704	81.4	103.4
DISIP 25 x 11.3	4 - 6	50.0	25.0	11.3	2983	50.5	64.1
DISIP 25 x 8.7	7-10	50.0	25.0	8.7	1387	25.3	32.1

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 75 \beta 25 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 78 x 78 x 2.2	1 - 4	78.0	2.2	78.0	2.2	673.1	2364.7
CC 78 x 78 x 1.9	5 - 7	78.0	1.9	78.0	1.9	581.7	2035.4
CC 78 x 78 x 1.6	8-10	78.0	1.6	78.0	1.6	488.8	1703.3

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 24x68	1 - 4	60.3	1.1	22.8	1.5	101.9	116.4
W 21x68	5 - 7	53.7	1.1	21.0	1.7	92.2	105.8
W 21x50	8-10	52.9	1.0	16.6	1.4	63.4	94.1

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 21 x 21 x 1.6	1 - 3	21.0	1.6	21.0	123.3	311.9	264.1
CV 18 x 18 x 0.8	4 - 6	18.0	0.8	18.0	54.6	138.2	110.3
CV 14 x 14 x 0.5	7-10	14.0	0.5	14.0	25.8	65.2	44.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 14.1	1 - 3	50.0	25.0	14.1	5876	69.5	100.8
DISIP 25 x 10.8	4 - 6	50.0	25.0	10.8	2621	42.7	61.9
DISIP 25 x 8.4	7-10	50.0	25.0	8.4	1241	21.4	31.0

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 25 \beta 50 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 58 x 58 x 1.9	1 - 4	58.0	1.9	58.0	1.9	316.2	1491.1
CC 58 x 58 x 1.4	5 - 7	58.0	1.4	58.0	1.4	241.1	1128.1
CC 58 x 58 x 1.1	8-10	58.0	1.1	58.0	1.1	189.6	882.4

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W16x67	1 - 4	41.5	1.0	26.0	1.7	74.9	73.7
W16x57	5 - 7	41.7	1.1	18.1	1.8	60.5	80.2
W16x40	8-10	40.7	0.8	17.8	1.3	42.0	57.5

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 25 x 25 x 3	1 - 3	25.0	3.0	25.0	265.2	671.0	596.1
CV 22 x 22 x 1.6	4 - 6	22.0	1.6	22.0	129.6	327.9	283.3
CV 18 x 18 x 1	7-10	18.0	1.0	18.0	65.0	164.3	130.5

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 26.2	1 - 3	50.0	25.0	26.2	37441	124.9	124.9
DISIP 25 x 20.6	4 - 6	50.0	25.0	20.6	18312	102.3	102.3
DISIP 25 x 16.4	7-10	50.0	25.0	16.4	9108	66.1	66.1

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 25 \beta 50 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 58 x 58 x 1.9	1 - 4	58.0	1.9	58.0	1.9	316.2	1491.1
CC 58 x 58 x 1.4	5 - 7	58.0	1.4	58.0	1.4	241.1	1128.1
CC 58 x 58 x 1.1	8-10	58.0	1.1	58.0	1.1	189.6	882.4

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W16x67	1 - 4	41.5	1.0	26.0	1.7	74.9	73.7
W16x57	5 - 7	41.7	1.1	18.1	1.8	60.5	80.2
W16x40	8-10	40.7	0.8	17.8	1.3	42.0	57.5

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 25 x 25 x 3	1 - 3	25.0	3.0	25.0	265.2	671.0	596.1
CV 22 x 22 x 1.6	4 - 6	22.0	1.6	22.0	129.6	327.9	283.3
CV 18 x 18 x 1	7-10	18.0	1.0	18.0	65.0	164.3	130.5

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 24.1	1 - 3	50.0	25.0	24.1	29271	98.0	124.4
DISIP 25 x 19.1	4 - 6	50.0	25.0	19.1	14403	79.3	100.7
DISIP 25 x 15.1	7-10	50.0	25.0	15.1	7146	50.9	64.6

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 25 \beta 50 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 58 x 58 x 1.9	1 - 4	58.0	1.9	58.0	1.9	316.2	1491.1
CC 58 x 58 x 1.4	5 - 7	58.0	1.4	58.0	1.4	241.1	1128.1
CC 58 x 58 x 1.1	8-10	58.0	1.1	58.0	1.1	189.6	882.4

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W16x67	1 - 4	41.5	1.0	26.0	1.7	74.9	73.7
W16x57	5 - 7	41.7	1.1	18.1	1.8	60.5	80.2
W16x40	8-10	40.7	0.8	17.8	1.3	42.0	57.5

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 25 x 25 x 3	1 - 3	25.0	3.0	25.0	265.2	671.0	596.1
CV 22 x 22 x 1.6	4 - 6	22.0	1.6	22.0	129.6	327.9	283.3
CV 18 x 18 x 1	7-10	18.0	1.0	18.0	65.0	164.3	130.5

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 23.2	1 - 3	50.0	25.0	23.2	25939	85.7	124.2
DISIP 25 x 18.3	4 - 6	50.0	25.0	18.3	12676	68.8	99.7
DISIP 25 x 14.4	7-10	50.0	25.0	14.4	6281	43.9	63.7

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 50 \beta 50 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 58 x 58 x 1.7	1 - 4	58.0	1.7	58.0	1.7	291.5	1371.2
CC 58 x 58 x 1.4	5 - 7	58.0	1.4	58.0	1.4	241.1	1128.2
CC 58 x 58 x 1.1	8-10	58.0	1.1	58.0	1.1	189.6	882.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W21x62	1 - 4	53.3	1.0	20.9	1.6	83.0	99.0
W18x55	5 - 7	46.0	1.0	19.1	1.6	64.5	81.9
W18x40	8-10	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 22 x 22 x 1.1	1 - 3	22.0	1.1	22.0	92.9	234.9	204.6
CV 17 x 17 x 1.1	4 - 6	17.0	1.1	17.0	70.6	178.7	136.1
CV 14 x 14 x 0.6	7-10	14.0	0.6	14.0	33.9	85.9	57.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 18.4	1 - 3	50.0	25.0	18.4	13010	107.2	107.2
DISIP 25 x 16.8	4 - 6	50.0	25.0	16.8	9927	92.4	92.4
DISIP 25 x 13.2	7-10	50.0	25.0	13.2	4766	54.5	54.5

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 50 \beta 50 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 58 x 58 x 1.7	1 - 4	58.0	1.7	58.0	1.7	291.5	1371.2
CC 58 x 58 x 1.4	5 - 7	58.0	1.4	58.0	1.4	241.1	1128.2
CC 58 x 58 x 1.1	8-10	58.0	1.1	58.0	1.1	189.6	882.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W21x62	1 - 4	53.3	1.0	20.9	1.6	83.0	99.0
W18x55	5 - 7	46.0	1.0	19.1	1.6	64.5	81.9
W18x40	8-10	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 22 x 22 x 1.1	1 - 3	22.0	1.1	22.0	92.9	234.9	204.6
CV 17 x 17 x 1.1	4 - 6	17.0	1.1	17.0	70.6	178.7	136.1
CV 14 x 14 x 0.6	7-10	14.0	0.6	14.0	33.9	85.9	57.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 17	1 - 3	50.0	25.0	17.0	10211	82.9	105.3
DISIP 25 x 15.6	4 - 6	50.0	25.0	15.6	7845	71.1	90.3
DISIP 25 x 12.2	7-10	50.0	25.0	12.2	3805	41.7	52.9

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 50 \beta 50 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 58 x 58 x 1.7	1 - 4	58.0	1.7	58.0	1.7	291.5	1371.2
CC 58 x 58 x 1.4	5 - 7	58.0	1.4	58.0	1.4	241.1	1128.2
CC 58 x 58 x 1.1	8-10	58.0	1.1	58.0	1.1	189.6	882.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W21x62	1 - 4	53.3	1.0	20.9	1.6	83.0	99.0
W18x55	5 - 7	46.0	1.0	19.1	1.6	64.5	81.9
W18x40	8-10	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 22 x 22 x 1.1	1 - 3	22.0	1.1	22.0	92.9	234.9	204.6
CV 17 x 17 x 1.1	4 - 6	17.0	1.1	17.0	70.6	178.7	136.1
CV 14 x 14 x 0.6	7-10	14.0	0.6	14.0	33.9	85.9	57.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 16.4	1 - 3	50.0	25.0	16.4	9108	72.0	104.3
DISIP 25 x 14.9	4 - 6	50.0	25.0	14.9	6923	61.4	89.0
DISIP 25 x 11.6	7-10	50.0	25.0	11.6	3242	35.5	51.5

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 75 \beta 50 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 78 x 78 x 2.2	1 - 4	78.0	2.2	78.0	2.2	673.1	2364.7
CC 78 x 78 x 1.9	5 - 7	78.0	1.9	78.0	1.9	581.7	2035.4
CC 78 x 78 x 1.6	8-10	78.0	1.6	78.0	1.6	488.8	1703.3

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 24x68	1 - 4	60.3	1.1	22.8	1.5	101.9	116.4
W 21x68	5 - 7	53.7	1.1	21.0	1.7	92.2	105.8
W 21x50	8-10	52.9	1.0	16.6	1.4	63.4	94.1

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 20 x 20 x 1	1 - 3	20.0	1.0	20.0	72.6	183.6	154.1
CV 18 x 18 x 0.8	4 - 6	18.0	0.8	18.0	54.6	138.2	110.3
CV 15 x 15 x 0.6	7-10	15.0	0.6	15.0	36.5	92.3	65.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 17	1 - 3	50.0	25.0	17.0	10211	95.3	95.3
DISIP 25 x 15.4	4 - 6	50.0	25.0	15.4	7607	79.0	79.0
DISIP 25 x 13.5	7-10	50.0	25.0	13.5	5119	50.0	50.0

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 75 \beta 50 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 78 x 78 x 2.2	1 - 4	78.0	2.2	78.0	2.2	673.1	2364.7
CC 78 x 78 x 1.9	5 - 7	78.0	1.9	78.0	1.9	581.7	2035.4
CC 78 x 78 x 1.6	8-10	78.0	1.6	78.0	1.6	488.8	1703.3

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 24x68	1 - 4	60.3	1.1	22.8	1.5	101.9	116.4
W 21x68	5 - 7	53.7	1.1	21.0	1.7	92.2	105.8
W 21x50	8-10	52.9	1.0	16.6	1.4	63.4	94.1

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 20 x 20 x 1	1 - 3	20.0	1.0	20.0	72.6	183.6	154.1
CV 18 x 18 x 0.8	4 - 6	18.0	0.8	18.0	54.6	138.2	110.3
CV 15 x 15 x 0.6	7-10	15.0	0.6	15.0	36.5	92.3	65.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 15.7	1 - 3	50.0	25.0	15.7	8087	72.8	92.4
DISIP 25 x 14.3	4 - 6	50.0	25.0	14.3	6076	60.2	76.4
DISIP 25 x 12.5	7-10	50.0	25.0	12.5	4109	38.0	48.2

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 75 \beta 50 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 78 x 78 x 2.2	1 - 4	78.0	2.2	78.0	2.2	673.1	2364.7
CC 78 x 78 x 1.9	5 - 7	78.0	1.9	78.0	1.9	581.7	2035.4
CC 78 x 78 x 1.6	8-10	78.0	1.6	78.0	1.6	488.8	1703.3

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 24x68	1 - 4	60.3	1.1	22.8	1.5	101.9	116.4
W 21x68	5 - 7	53.7	1.1	21.0	1.7	92.2	105.8
W 21x50	8-10	52.9	1.0	16.6	1.4	63.4	94.1

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 20 x 20 x 1	1 - 3	20.0	1.0	20.0	72.6	183.6	154.1
CV 18 x 18 x 0.8	4 - 6	18.0	0.8	18.0	54.6	138.2	110.3
CV 15 x 15 x 0.6	7-10	15.0	0.6	15.0	36.5	92.3	65.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 14.9	1 - 3	50.0	25.0	14.9	6923	62.1	90.1
DISIP 25 x 13.7	4 - 6	50.0	25.0	13.7	5301	51.6	74.8
DISIP 25 x 11.9	7-10	50.0	25.0	11.9	3516	32.3	46.8

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 25 \beta 75 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 64 x 64 x 2.1	1 - 4	64.0	2.1	64.0	2.1	417.6	1609.3
CC 64 x 64 x 1.6	5 - 7	64.0	1.6	64.0	1.6	326.1	1386.3
CC 64 x 64 x 1.3	8-10	64.0	1.3	64.0	1.3	263.5	1114.8

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W16x67	1 - 4	41.5	1.0	26.0	1.7	74.9	73.7
W16x57	5 - 7	41.7	1.1	18.1	1.8	60.5	80.2
W16x40	8-10	40.7	0.8	17.8	1.3	42.0	57.5

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 24 x 24 x 3.2	1 - 3	24.0	3.2	24.0	264.5	669.1	584.2
CV 21 x 21 x 1.7	4 - 6	21.0	1.7	21.0	134.5	340.3	287.3
CV 18 x 18 x 1	7-10	18.0	1.0	18.0	65.0	164.3	130.5

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 29.8	1 - 3	50.0	25.0	29.8	55383	125.7	125.7
DISIP 25 x 23.8	4 - 6	50.0	25.0	23.8	28130	104.6	104.6
DISIP 25 x 18.7	7-10	50.0	25.0	18.7	13694	67.4	67.4

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 25 \beta 75 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 64 x 64 x 2.1	1 - 4	64.0	2.1	64.0	2.1	417.6	1609.3
CC 64 x 64 x 1.6	5 - 7	64.0	1.6	64.0	1.6	326.1	1386.3
CC 64 x 64 x 1.3	8-10	64.0	1.3	64.0	1.3	263.5	1114.8

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W16x67	1 - 4	41.5	1.0	26.0	1.7	74.9	73.7
W16x57	5 - 7	41.7	1.1	18.1	1.8	60.5	80.2
W16x40	8-10	40.7	0.8	17.8	1.3	42.0	57.5

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 24 x 24 x 3.2	1 - 3	24.0	3.2	24.0	264.5	669.1	584.2
CV 21 x 21 x 1.7	4 - 6	21.0	1.7	21.0	134.5	340.3	287.3
CV 18 x 18 x 1	7-10	18.0	1.0	18.0	65.0	164.3	130.5

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 27.6	1 - 3	50.0	25.0	27.6	43908	98.8	125.4
DISIP 25 x 22.1	4 - 6	50.0	25.0	22.1	22384	81.5	103.5
DISIP 25 x 17.3	7-10	50.0	25.0	17.3	10794	52.1	66.2

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 25 \beta 75 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 64 x 64 x 2.1	1 - 4	64.0	2.1	64.0	2.1	417.6	1609.3
CC 64 x 64 x 1.6	5 - 7	64.0	1.6	64.0	1.6	326.1	1386.3
CC 64 x 64 x 1.3	8-10	64.0	1.3	64.0	1.3	263.5	1114.8

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W16x67	1 - 4	41.5	1.0	26.0	1.7	74.9	73.7
W16x57	5 - 7	41.7	1.1	18.1	1.8	60.5	80.2
W16x40	8-10	40.7	0.8	17.8	1.3	42.0	57.5

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 24 x 24 x 3.2	1 - 3	24.0	3.2	24.0	264.5	669.1	584.2
CV 21 x 21 x 1.7	4 - 6	21.0	1.7	21.0	134.5	340.3	287.3
CV 18 x 18 x 1	7-10	18.0	1.0	18.0	65.0	164.3	130.5

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 26.4	1 - 3	50.0	25.0	26.4	38126	86.4	125.2
DISIP 25 x 21.1	4 - 6	50.0	25.0	21.1	19609	70.9	102.8
DISIP 25 x 16.5	7-10	50.0	25.0	16.5	9376	45.1	65.4

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 50 \beta 75 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 63.5 x 63.5 x 1.9	1 - 4	63.5	1.9	63.5	1.9	381.2	1641.5
CC 63.5 x 63.5 x 1.6	5 - 7	63.5	1.6	63.5	1.6	320.9	1375.0
CC 63.5 x 63.5 x 1.3	8-10	63.5	1.3	63.5	1.3	259.3	1105.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W21x62	1 - 4	53.3	1.0	20.9	1.6	83.0	99.0
W18x55	5 - 7	46.0	1.0	19.1	1.6	64.5	81.9
W18x40	8-10	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 19 x 19 x 1.3	1 - 3	19.0	1.3	19.0	90.1	227.9	184.9
CV 16 x 16 x 1.1	4 - 6	16.0	1.1	16.0	66.2	167.4	122.1
CV 13 x 13 x 0.6	7-10	13.0	0.6	13.0	31.4	79.5	49.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 21	1 - 3	50.0	25.0	21.0	19170	109.7	109.7
DISIP 25 x 18.9	4 - 6	50.0	25.0	18.9	14046	93.6	93.6
DISIP 25 x 14.8	7-10	50.0	25.0	14.8	6704	54.9	54.9

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 50 \beta 75 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 63.5 x 63.5 x 1.9	1 - 4	63.5	1.9	63.5	1.9	381.2	1641.5
CC 63.5 x 63.5 x 1.6	5 - 7	63.5	1.6	63.5	1.6	320.9	1375.0
CC 63.5 x 63.5 x 1.3	8-10	63.5	1.3	63.5	1.3	259.3	1105.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W21x62	1 - 4	53.3	1.0	20.9	1.6	83.0	99.0
W18x55	5 - 7	46.0	1.0	19.1	1.6	64.5	81.9
W18x40	8-10	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 19 x 19 x 1.3	1 - 3	19.0	1.3	19.0	90.1	227.9	184.9
CV 16 x 16 x 1.1	4 - 6	16.0	1.1	16.0	66.2	167.4	122.1
CV 13 x 13 x 0.6	7-10	13.0	0.6	13.0	31.4	79.5	49.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 19.2	1 - 3	50.0	25.0	19.2	14766	85.1	108.0
DISIP 25 x 17.5	4 - 6	50.0	25.0	17.5	11094	72.5	92.0
DISIP 25 x 13.5	7-10	50.0	25.0	13.5	5119	41.9	53.2

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 50 \beta 75 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 63.5 x 63.5 x 1.9	1 - 4	63.5	1.9	63.5	1.9	381.2	1641.5
CC 63.5 x 63.5 x 1.6	5 - 7	63.5	1.6	63.5	1.6	320.9	1375.0
CC 63.5 x 63.5 x 1.3	8-10	63.5	1.3	63.5	1.3	259.3	1105.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W21x62	1 - 4	53.3	1.0	20.9	1.6	83.0	99.0
W18x55	5 - 7	46.0	1.0	19.1	1.6	64.5	81.9
W18x40	8-10	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 19 x 19 x 1.3	1 - 3	19.0	1.3	19.0	90.1	227.9	184.9
CV 16 x 16 x 1.1	4 - 6	16.0	1.1	16.0	66.2	167.4	122.1
CV 13 x 13 x 0.6	7-10	13.0	0.6	13.0	31.4	79.5	49.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 18.4	1 - 3	50.0	25.0	18.4	13010	73.9	107.2
DISIP 25 x 16.7	4 - 6	50.0	25.0	16.7	9649	62.6	90.8
DISIP 25 x 13	7-10	50.0	25.0	13.0	4596	36.3	52.6

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 75 \beta 75 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 86 x 86 x 2.4	1 - 4	86.0	2.4	86.0	2.4	878.1	2798.9
CC 86 x 86 x 2.1	5 - 7	86.0	2.1	86.0	2.1	766.8	2435.0
CC 86 x 86 x 1.7	8-10	86.0	1.7	86.0	1.7	653.7	2068.3

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 24x68	1 - 4	60.3	1.1	22.8	1.5	101.9	116.4
W 21x68	5 - 7	53.7	1.1	21.0	1.7	92.2	105.8
W 21x50	8-10	52.9	1.0	16.6	1.4	63.4	94.1

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 18 x 18 x 1.1	1 - 3	18.0	1.1	18.0	75.1	189.9	150.1
CV 15 x 15 x 1	4 - 6	15.0	1.0	15.0	53.5	135.4	94.4
CV 13 x 13 x 0.8	7-10	13.0	0.8	13.0	38.8	98.0	60.3

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 19.7	1 - 3	50.0	25.0	19.7	15892	98.9	98.9
DISIP 25 x 17.6	4 - 6	50.0	25.0	17.6	11399	80.8	80.8
DISIP 25 x 15.7	7-10	50.0	25.0	15.7	8087	53.9	53.9

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 75 \beta 75 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 86 x 86 x 2.4	1 - 4	86.0	2.4	86.0	2.4	878.1	2798.9
CC 86 x 86 x 2.1	5 - 7	86.0	2.1	86.0	2.1	766.8	2435.0
CC 86 x 86 x 1.7	8-10	86.0	1.7	86.0	1.7	653.7	2068.3

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 24x68	1 - 4	60.3	1.1	22.8	1.5	101.9	116.4
W 21x68	5 - 7	53.7	1.1	21.0	1.7	92.2	105.8
W 21x50	8-10	52.9	1.0	16.6	1.4	63.4	94.1

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 18 x 18 x 1.1	1 - 3	18.0	1.1	18.0	75.1	189.9	150.1
CV 15 x 15 x 1	4 - 6	15.0	1.0	15.0	53.5	135.4	94.4
CV 13 x 13 x 0.8	7-10	13.0	0.8	13.0	38.8	98.0	60.3

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 18.1	1 - 3	50.0	25.0	18.1	12349	75.9	96.5
DISIP 25 x 16.2	4 - 6	50.0	25.0	16.2	8845	61.8	78.5
DISIP 25 x 14.6	7-10	50.0	25.0	14.6	6490	41.4	52.6

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 75 \beta 75 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 86 x 86 x 2.4	1 - 4	86.0	2.4	86.0	2.4	878.1	2798.9
CC 86 x 86 x 2.1	5 - 7	86.0	2.1	86.0	2.1	766.8	2435.0
CC 86 x 86 x 1.7	8-10	86.0	1.7	86.0	1.7	653.7	2068.3

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 24x68	1 - 4	60.3	1.1	22.8	1.5	101.9	116.4
W 21x68	5 - 7	53.7	1.1	21.0	1.7	92.2	105.8
W 21x50	8-10	52.9	1.0	16.6	1.4	63.4	94.1

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 18 x 18 x 1.1	1 - 3	18.0	1.1	18.0	75.1	189.9	150.1
CV 15 x 15 x 1	4 - 6	15.0	1.0	15.0	53.5	135.4	94.4
CV 13 x 13 x 0.8	7-10	13.0	0.8	13.0	38.8	98.0	60.3

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 17.3	1 - 3	50.0	25.0	17.3	10794	65.4	94.9
DISIP 25 x 15.6	4 - 6	50.0	25.0	15.6	7845	53.3	77.3
DISIP 25 x 14	7-10	50.0	25.0	14.0	5680	35.6	51.6

Modelo de 15 niveles

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 25 \beta 25 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 75 x 75 x 2.4	1-4	75.0	2.4	75.0	2.4	662.3	2426.5
CC 75 x 75 x 2.1	5-8	75.0	2.1	75.0	2.1	579.0	2112.3
CC 75 x 75 x 1.7	9-12	75.0	1.7	75.0	1.7	494.2	1795.6
CC 75 x 75 x 1.4	13-15	75.0	1.4	75.0	1.4	407.8	1475.3

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 21 x 93	1-4	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 73	5-8	53.9	1.2	21.1	1.9	99.1	112.4
W 21 x 68	9-12	53.7	1.1	21.0	1.7	92.2	105.8
W 21 x 57	13-15	53.5	1.0	16.6	1.7	74.3	100.0

CONTRAVENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 40 x 40 x 8.6	1-3	40.0	8.6	40.0	1077.6	2726.5	2618.4
CV 27 x 27 x 6.7	4-7	27.0	6.7	27.0	542.3	1371.9	1204.4
CV 23 x 23 x 3.5	8-11	23.0	3.5	23.0	272.5	689.5	588.2
CV 18 x 18 x 2.2	12-15	18.0	2.2	18.0	140.3	354.9	270.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 33.2	1-3	50.0	25.0	33.2	76092	201.8	201.8
DISIP 25 x 26.4	4-7	50.0	25.0	26.4	38126	175.2	175.2
DISIP 25 x 21	8-11	50.0	25.0	21.0	19170	127.2	127.2
DISIP 25 x 16.8	12-15	50.0	25.0	16.8	9927	62.5	62.5

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 25 \beta 25 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 75 x 75 x 2.4	1-4	75.0	2.4	75.0	2.4	662.3	2426.5
CC 75 x 75 x 2.1	5-8	75.0	2.1	75.0	2.1	579.0	2112.3
CC 75 x 75 x 1.7	9-12	75.0	1.7	75.0	1.7	494.2	1795.6
CC 75 x 75 x 1.4	13-15	75.0	1.4	75.0	1.4	407.8	1475.3

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 21 x 93	1-4	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 73	5-8	53.9	1.2	21.1	1.9	99.1	112.4
W 21 x 68	9-12	53.7	1.1	21.0	1.7	92.2	105.8
W 21 x 57	13-15	53.5	1.0	16.6	1.7	74.3	100.0

CONTRAVENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 40 x 40 x 8.6	1-3	40.0	8.6	40.0	1077.6	2726.5	2618.4
CV 27 x 27 x 6.7	4-7	27.0	6.7	27.0	542.3	1371.9	1204.4
CV 23 x 23 x 3.5	8-11	23.0	3.5	23.0	272.5	689.5	588.2
CV 18 x 18 x 2.2	12-15	18.0	2.2	18.0	140.3	354.9	270.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 30.6	1-3	50.0	25.0	30.6	59920	158.6	201.4
DISIP 25 x 24.3	4-7	50.0	25.0	24.3	29852	135.5	172.1
DISIP 25 x 19.4	8-11	50.0	25.0	19.4	15135	98.0	124.5
DISIP 25 x 15.6	12-15	50.0	25.0	15.6	7845	47.7	60.6

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 25 \beta 25 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 75 x 75 x 2.4	1-4	75.0	2.4	75.0	2.4	662.3	2426.5
CC 75 x 75 x 2.1	5-8	75.0	2.1	75.0	2.1	579.0	2112.3
CC 75 x 75 x 1.7	9-12	75.0	1.7	75.0	1.7	494.2	1795.6
CC 75 x 75 x 1.4	13-15	75.0	1.4	75.0	1.4	407.8	1475.3

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 21 x 93	1-4	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 73	5-8	53.9	1.2	21.1	1.9	99.1	112.4
W 21 x 68	9-12	53.7	1.1	21.0	1.7	92.2	105.8
W 21 x 57	13-15	53.5	1.0	16.6	1.7	74.3	100.0

CONTRAVENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 40 x 40 x 8.6	1-3	40.0	8.6	40.0	1077.6	2726.5	2618.4
CV 27 x 27 x 6.7	4-7	27.0	6.7	27.0	542.3	1371.9	1204.4
CV 23 x 23 x 3.5	8-11	23.0	3.5	23.0	272.5	689.5	588.2
CV 18 x 18 x 2.2	12-15	18.0	2.2	18.0	140.3	354.9	270.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 29.2	1-3	50.0	25.0	29.2	51922	138.5	200.8
DISIP 25 x 23.3	4-7	50.0	25.0	23.3	26476	117.7	170.6
DISIP 25 x 18.6	8-11	50.0	25.0	18.6	13349	84.7	122.9
DISIP 25 x 14.8	12-15	50.0	25.0	14.8	6704	40.6	58.9

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 50 \beta 25 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 70 x 70 x 2.2	1-4	70.0	2.2	70.0	2.2	538.5	2111.5
CC 70 x 70 x 1.9	5-8	70.0	1.9	70.0	1.9	465.9	1817.9
CC 70 x 70 x 1.6	9-12	70.0	1.6	70.0	1.6	391.8	1522.6
CC 70 x 70 x 1.3	13-15	70.0	1.3	70.0	1.3	316.3	1223.9

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 21 x 93	1-4	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 83	5-8	54.4	1.3	21.2	2.1	112.9	127.0
W 21 x 73	9-12	53.9	1.2	21.1	1.9	99.1	112.4
W 21 x 62	13-15	53.3	1.0	20.9	1.6	83.0	99.0

CONTRAVENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 26 x 26 x 3.3	1-3	26.0	3.3	26.0	302.3	764.7	685.9
CV 23 x 23 x 1.9	4-7	23.0	1.9	23.0	160.7	406.7	355.8
CV 20 x 20 x 1.1	8-11	20.0	1.1	20.0	84.0	212.4	177.6
CV 15 x 15 x 0.8	12-15	15.0	0.8	15.0	45.1	114.1	80.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 21.7	1-3	50.0	25.0	21.7	21432	184.0	184.0
DISIP 25 x 17.6	4-7	50.0	25.0	17.6	11399	146.5	146.5
DISIP 25 x 14.1	8-11	50.0	25.0	14.1	5876	96.2	96.2
DISIP 25 x 11.4	12-15	50.0	25.0	11.4	3111	44.4	44.4

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 50 \beta 25 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 70 x 70 x 2.2	1-4	70.0	2.2	70.0	2.2	538.5	2111.5
CC 70 x 70 x 1.9	5-8	70.0	1.9	70.0	1.9	465.9	1817.9
CC 70 x 70 x 1.6	9-12	70.0	1.6	70.0	1.6	391.8	1522.6
CC 70 x 70 x 1.3	13-15	70.0	1.3	70.0	1.3	316.3	1223.9

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 21 x 93	1-4	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 83	5-8	54.4	1.3	21.2	2.1	112.9	127.0
W 21 x 73	9-12	53.9	1.2	21.1	1.9	99.1	112.4
W 21 x 62	13-15	53.3	1.0	20.9	1.6	83.0	99.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 26 x 26 x 3.3	1-3	26.0	3.3	26.0	302.3	764.7	685.9
CV 23 x 23 x 1.9	4-7	23.0	1.9	23.0	160.7	406.7	355.8
CV 20 x 20 x 1.1	8-11	20.0	1.1	20.0	84.0	212.4	177.6
CV 15 x 15 x 0.8	12-15	15.0	0.8	15.0	45.1	114.1	80.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 20	1-3	50.0	25.0	20.0	16673	142.6	181.2
DISIP 25 x 16.2	4-7	50.0	25.0	16.2	8845	111.8	142.0
DISIP 25 x 13	8-11	50.0	25.0	13.0	4596	72.4	91.9
DISIP 25 x 10.6	12-15	50.0	25.0	10.6	2507	33.4	42.4

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 50 \beta 25 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 70 x 70 x 2.2	1-4	70.0	2.2	70.0	2.2	538.5	2111.5
CC 70 x 70 x 1.9	5-8	70.0	1.9	70.0	1.9	465.9	1817.9
CC 70 x 70 x 1.6	9-12	70.0	1.6	70.0	1.6	391.8	1522.6
CC 70 x 70 x 1.3	13-15	70.0	1.3	70.0	1.3	316.3	1223.9

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 21 x 93	1-4	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 83	5-8	54.4	1.3	21.2	2.1	112.9	127.0
W 21 x 73	9-12	53.9	1.2	21.1	1.9	99.1	112.4
W 21 x 62	13-15	53.3	1.0	20.9	1.6	83.0	99.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 26 x 26 x 3.3	1-3	26.0	3.3	26.0	302.3	764.7	685.9
CV 23 x 23 x 1.9	4-7	23.0	1.9	23.0	160.7	406.7	355.8
CV 20 x 20 x 1.1	8-11	20.0	1.1	20.0	84.0	212.4	177.6
CV 15 x 15 x 0.8	12-15	15.0	0.8	15.0	45.1	114.1	80.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 19.2	1-3	50.0	25.0	19.2	14766	124.9	181.2
DISIP 25 x 15.6	4-7	50.0	25.0	15.6	7845	96.3	139.6
DISIP 25 x 12.5	8-11	50.0	25.0	12.5	4109	62.0	89.9
DISIP 25 x 10.2	12-15	50.0	25.0	10.2	2185	28.1	40.8

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 75 \beta 25 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 80 x 80 x 2.5	1-4	80.0	2.5	80.0	2.5	803.8	2763.4
CC 80 x 80 x 2.2	5-8	80.0	2.2	80.0	2.2	709.1	2428.0
CC 80 x 80 x 1.9	9-12	80.0	1.9	80.0	1.9	612.7	2089.7
CC 80 x 80 x 1.6	13-15	80.0	1.6	80.0	1.6	514.7	1748.6

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 21 x 122	1-4	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W 21 x 111	5-8	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W 21 x 93	9-12	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 83	13-15	54.4	1.3	21.2	2.1	112.9	127.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 23 x 23 x 1.9	1-3	23.0	1.9	23.0	160.7	406.7	355.8
CV 20 x 20 x 1.1	4-7	20.0	1.1	20.0	84.0	212.4	177.6
CV 18 x 18 x 0.6	8-11	18.0	0.6	18.0	44.1	111.6	89.5
CV 14 x 14 x 0.5	12-15	14.0	0.5	14.0	25.8	65.2	44.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 17.6	1-3	50.0	25.0	17.6	11399	161.1	161.1
DISIP 25 x 14.1	4-7	50.0	25.0	14.1	5876	114.5	114.5
DISIP 25 x 11.4	8-11	50.0	25.0	11.4	3111	69.3	69.3
DISIP 25 x 9.5	12-15	50.0	25.0	9.5	1800	32.5	32.5

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 75 \beta 25 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 80 x 80 x 2.5	1-4	80.0	2.5	80.0	2.5	803.8	2763.4
CC 80 x 80 x 2.2	5-8	80.0	2.2	80.0	2.2	709.1	2428.0
CC 80 x 80 x 1.9	9-12	80.0	1.9	80.0	1.9	612.7	2089.7
CC 80 x 80 x 1.6	13-15	80.0	1.6	80.0	1.6	514.7	1748.6

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 21 x 122	1-4	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W 21 x 111	5-8	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W 21 x 93	9-12	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 83	13-15	54.4	1.3	21.2	2.1	112.9	127.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 23 x 23 x 1.9	1-3	23.0	1.9	23.0	160.7	406.7	355.8
CV 20 x 20 x 1.1	4-7	20.0	1.1	20.0	84.0	212.4	177.6
CV 18 x 18 x 0.6	8-11	18.0	0.6	18.0	44.1	111.6	89.5
CV 14 x 14 x 0.5	12-15	14.0	0.5	14.0	25.8	65.2	44.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 16.2	1-3	50.0	25.0	16.2	8845	121.4	154.2
DISIP 25 x 13	4-7	50.0	25.0	13.0	4596	85.2	108.2
DISIP 25 x 10.5	8-11	50.0	25.0	10.5	2396	50.5	64.2
DISIP 25 x 8.7	12-15	50.0	25.0	8.7	1387	23.5	29.8

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 75 \beta 25 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 80 x 80 x 2.5	1 - 4	80.0	2.5	80.0	2.5	803.8	2763.4
CC 80 x 80 x 2.2	5 - 8	80.0	2.2	80.0	2.2	709.1	2428.0
CC 80 x 80 x 1.9	9 - 12	80.0	1.9	80.0	1.9	612.7	2089.7
CC 80 x 80 x 1.6	13 - 15	80.0	1.6	80.0	1.6	514.7	1748.6

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 21 x 122	1 - 4	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W 21 x 111	5 - 8	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W 21 x 93	9 - 12	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 83	13 - 15	54.4	1.3	21.2	2.1	112.9	127.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 23 x 23 x 1.9	1 - 3	23.0	1.9	23.0	160.7	406.7	355.8
CV 20 x 20 x 1.1	4 - 7	20.0	1.1	20.0	84.0	212.4	177.6
CV 18 x 18 x 0.6	8 - 11	18.0	0.6	18.0	44.1	111.6	89.5
CV 14 x 14 x 0.5	12 - 15	14.0	0.5	14.0	25.8	65.2	44.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 15.6	1 - 3	50.0	25.0	15.6	7845	103.7	150.4
DISIP 25 x 12.5	4 - 7	50.0	25.0	12.5	4109	72.4	105.0
DISIP 25 x 10.2	8 - 11	50.0	25.0	10.2	2185	43.0	62.4
DISIP 25 x 8.4	12 - 15	50.0	25.0	8.4	1241	19.7	28.6

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 25 \beta 50 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 75 x 75 x 2.4	1 - 4	75.0	2.4	75.0	2.4	662.3	2426.5
CC 75 x 75 x 2.1	5 - 8	75.0	2.1	75.0	2.1	579.0	2112.3
CC 75 x 75 x 1.7	9 - 12	75.0	1.7	75.0	1.7	494.2	1795.6
CC 75 x 75 x 1.4	13 - 15	75.0	1.4	75.0	1.4	407.8	1475.3

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 21 x 93	1 - 4	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 73	5 - 8	53.9	1.2	21.1	1.9	99.1	112.4
W 21 x 68	9 - 12	53.7	1.1	21.0	1.7	92.2	105.8
W 21 x 57	13 - 15	53.5	1.0	16.6	1.7	74.3	100.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 40 x 40 x 4.6	1 - 3	40.0	4.6	40.0	651.8	1649.1	1599.2
CV 25 x 25 x 4	4 - 7	25.0	4.0	25.0	333.9	844.7	741.6
CV 22 x 22 x 2.1	8 - 11	22.0	2.1	22.0	164.6	416.4	356.8
CV 18 x 18 x 1.3	12 - 15	18.0	1.3	18.0	85.0	215.0	169.1

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 35.2	1 - 3	50.0	25.0	35.2	91192	198.2	198.2
DISIP 25 x 28.3	4 - 7	50.0	25.0	28.3	47007	171.0	171.0
DISIP 25 x 22.2	8 - 11	50.0	25.0	22.2	22871	123.1	123.1
DISIP 25 x 17.9	12 - 15	50.0	25.0	17.9	12026	60.4	60.4

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 25 \beta 50 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 75 x 75 x 2.4	1 - 4	75.0	2.4	75.0	2.4	662.3	2426.5
CC 75 x 75 x 2.1	5 - 8	75.0	2.1	75.0	2.1	579.0	2112.3
CC 75 x 75 x 1.7	9 - 12	75.0	1.7	75.0	1.7	494.2	1795.6
CC 75 x 75 x 1.4	13 - 15	75.0	1.4	75.0	1.4	407.8	1475.3

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 21 x 93	1 - 4	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 73	5 - 8	53.9	1.2	21.1	1.9	99.1	112.4
W 21 x 68	9 - 12	53.7	1.1	21.0	1.7	92.2	105.8
W 21 x 57	13 - 15	53.5	1.0	16.6	1.7	74.3	100.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 40 x 40 x 4.6	1 - 3	40.0	4.6	40.0	651.8	1649.1	1599.2
CV 25 x 25 x 4	4 - 7	25.0	4.0	25.0	333.9	844.7	741.6
CV 22 x 22 x 2.1	8 - 11	22.0	2.1	22.0	164.6	416.4	356.8
CV 18 x 18 x 1.3	12 - 15	18.0	1.3	18.0	85.0	215.0	169.1

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 32.5	1 - 3	50.0	25.0	32.5	71806	155.8	197.8
DISIP 25 x 26	4 - 7	50.0	25.0	26.0	36765	132.7	168.6
DISIP 25 x 20.6	8 - 11	50.0	25.0	20.6	18312	95.4	121.2
DISIP 25 x 16.5	12 - 15	50.0	25.0	16.5	9376	46.2	58.7

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 25 \beta 50 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 75 x 75 x 2.4	1 - 4	75.0	2.4	75.0	2.4	662.3	2426.5
CC 75 x 75 x 2.1	5 - 8	75.0	2.1	75.0	2.1	579.0	2112.3
CC 75 x 75 x 1.7	9 - 12	75.0	1.7	75.0	1.7	494.2	1795.6
CC 75 x 75 x 1.4	13 - 15	75.0	1.4	75.0	1.4	407.8	1475.3

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 21 x 93	1 - 4	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 73	5 - 8	53.9	1.2	21.1	1.9	99.1	112.4
W 21 x 68	9 - 12	53.7	1.1	21.0	1.7	92.2	105.8
W 21 x 57	13 - 15	53.5	1.0	16.6	1.7	74.3	100.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 40 x 40 x 4.6	1 - 3	40.0	4.6	40.0	651.8	1649.1	1599.2
CV 25 x 25 x 4	4 - 7	25.0	4.0	25.0	333.9	844.7	741.6
CV 22 x 22 x 2.1	8 - 11	22.0	2.1	22.0	164.6	416.4	356.8
CV 18 x 18 x 1.3	12 - 15	18.0	1.3	18.0	85.0	215.0	169.1

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 31.1	1 - 3	50.0	25.0	31.1	62758	136.2	197.5
DISIP 25 x 24.9	4 - 7	50.0	25.0	24.9	32255	115.3	167.2
DISIP 25 x 19.7	8 - 11	50.0	25.0	19.7	15892	82.5	119.6
DISIP 25 x 15.9	12 - 15	50.0	25.0	15.9	8335	40.0	58.0

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 50 \beta 50 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 70 x 70 x 2.2	1 - 4	70.0	2.2	70.0	2.2	538.5	2111.5
CC 70 x 70 x 1.9	5 - 8	70.0	1.9	70.0	1.9	465.9	1817.9
CC 70 x 70 x 1.6	9 - 12	70.0	1.6	70.0	1.6	391.8	1522.6
CC 70 x 70 x 1.3	13 - 15	70.0	1.3	70.0	1.3	316.3	1223.9

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W 21 x 93	1 - 4	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 83	5 - 8	54.4	1.3	21.2	2.1	112.9	127.0
W 21 x 73	9 - 12	53.9	1.2	21.1	1.9	99.1	112.4
W 21 x 62	13 - 15	53.3	1.0	20.9	1.6	83.0	99.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 24 x 24 x 2.1	1 - 3	24.0	2.1	24.0	181.1	458.1	406.1
CV 20 x 20 x 1.3	4 - 7	20.0	1.3	20.0	95.1	240.7	200.6
CV 17 x 17 x 0.8	8 - 11	17.0	0.8	17.0	51.5	130.2	100.3
CV 14 x 14 x 0.6	12 - 15	14.0	0.6	14.0	33.9	85.9	57.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 23	1 - 3	50.0	25.0	23.0	25410	180.9	180.9
DISIP 25 x 18.6	4 - 7	50.0	25.0	18.6	13349	141.3	141.3
DISIP 25 x 15.1	8 - 11	50.0	25.0	15.1	7146	92.8	92.8
DISIP 25 x 13.2	12 - 15	50.0	25.0	13.2	4766	48.0	48.0

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 50 \beta 50 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 70 x 70 x 2.2	1 - 4	70.0	2.2	70.0	2.2	538.5	2111.5
CC 70 x 70 x 1.9	5 - 8	70.0	1.9	70.0	1.9	465.9	1817.9
CC 70 x 70 x 1.6	9 - 12	70.0	1.6	70.0	1.6	391.8	1522.6
CC 70 x 70 x 1.3	13 - 15	70.0	1.3	70.0	1.3	316.3	1223.9

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W 21 x 93	1 - 4	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 83	5 - 8	54.4	1.3	21.2	2.1	112.9	127.0
W 21 x 73	9 - 12	53.9	1.2	21.1	1.9	99.1	112.4
W 21 x 62	13 - 15	53.3	1.0	20.9	1.6	83.0	99.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 24 x 24 x 2.1	1 - 3	24.0	2.1	24.0	181.1	458.1	406.1
CV 20 x 20 x 1.3	4 - 7	20.0	1.3	20.0	95.1	240.7	200.6
CV 17 x 17 x 0.8	8 - 11	17.0	0.8	17.0	51.5	130.2	100.3
CV 14 x 14 x 0.6	12 - 15	14.0	0.6	14.0	33.9	85.9	57.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 21.3	1 - 3	50.0	25.0	21.3	20055	140.6	178.6
DISIP 25 x 17.1	4 - 7	50.0	25.0	17.1	10500	108.6	138.0
DISIP 25 x 14	8 - 11	50.0	25.0	14.0	5680	70.8	89.9
DISIP 25 x 12.2	12 - 15	50.0	25.0	12.2	3805	36.5	46.3

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 50 \beta 50 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 70 x 70 x 2.2	1 - 4	70.0	2.2	70.0	2.2	538.5	2111.5
CC 70 x 70 x 1.9	5 - 8	70.0	1.9	70.0	1.9	465.9	1817.9
CC 70 x 70 x 1.6	9 - 12	70.0	1.6	70.0	1.6	391.8	1522.6
CC 70 x 70 x 1.3	13 - 15	70.0	1.3	70.0	1.3	316.3	1223.9

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W 21 x 93	1 - 4	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 83	5 - 8	54.4	1.3	21.2	2.1	112.9	127.0
W 21 x 73	9 - 12	53.9	1.2	21.1	1.9	99.1	112.4
W 21 x 62	13 - 15	53.3	1.0	20.9	1.6	83.0	99.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 24 x 24 x 2.1	1 - 3	24.0	2.1	24.0	181.1	458.1	406.1
CV 20 x 20 x 1.3	4 - 7	20.0	1.3	20.0	95.1	240.7	200.6
CV 17 x 17 x 0.8	8 - 11	17.0	0.8	17.0	51.5	130.2	100.3
CV 14 x 14 x 0.6	12 - 15	14.0	0.6	14.0	33.9	85.9	57.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 20.3	1 - 3	50.0	25.0	20.3	17480	122.1	177.1
DISIP 25 x 16.4	4 - 7	50.0	25.0	16.4	9108	93.6	135.7
DISIP 25 x 13.3	8 - 11	50.0	25.0	13.3	4940	60.6	87.9
DISIP 25 x 11.6	12 - 15	50.0	25.0	11.6	3242	31.0	44.9

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 75 \beta 50 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 80 x 80 x 2.5	1 - 4	80.0	2.5	80.0	2.5	803.8	2763.4
CC 80 x 80 x 2.2	5 - 8	80.0	2.2	80.0	2.2	709.1	2428.0
CC 80 x 80 x 1.9	9 - 12	80.0	1.9	80.0	1.9	612.7	2089.7
CC 80 x 80 x 1.6	13 - 15	80.0	1.6	80.0	1.6	514.7	1748.6

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W 21 x 122	1 - 4	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W 21 x 111	5 - 8	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W 21 x 93	9 - 12	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 83	13 - 15	54.4	1.3	21.2	2.1	112.9	127.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 23 x 23 x 1.1	1 - 3	23.0	1.1	23.0	97.3	246.2	217.8
CV 21 x 21 x 1	4 - 7	21.0	1.0	21.0	76.4	193.2	165.7
CV 18 x 18 x 0.6	8 - 11	18.0	0.6	18.0	44.1	111.6	89.5
CV 15 x 15 x 0.5	12 - 15	15.0	0.5	15.0	27.7	70.0	50.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 18.7	1 - 3	50.0	25.0	18.7	13694	145.6	145.6
DISIP 25 x 17.3	4 - 7	50.0	25.0	17.3	10794	126.6	126.6
DISIP 25 x 14.4	8 - 11	50.0	25.0	14.4	6281	81.0	81.0
DISIP 25 x 12.4	12 - 15	50.0	25.0	12.4	3955	40.6	40.6

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 75 \beta 50 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 80 x 80 x 2.5	1-4	80.0	2.5	80.0	2.5	803.8	2763.4
CC 80 x 80 x 2.2	5-8	80.0	2.2	80.0	2.2	709.1	2428.0
CC 80 x 80 x 1.9	9-12	80.0	1.9	80.0	1.9	612.7	2089.7
CC 80 x 80 x 1.6	13-15	80.0	1.6	80.0	1.6	514.7	1748.6

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 21 x 122	1-4	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W 21 x 111	5-8	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W 21 x 93	9-12	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 83	13-15	54.4	1.3	21.2	2.1	112.9	127.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 23 x 23 x 1.1	1-3	23.0	1.1	23.0	97.3	246.2	217.8
CV 21 x 21 x 1	4-7	21.0	1.0	21.0	76.4	193.2	165.7
CV 18 x 18 x 0.6	8-11	18.0	0.6	18.0	44.1	111.6	89.5
CV 15 x 15 x 0.5	12-15	15.0	0.5	15.0	27.7	70.0	50.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 17.3	1-3	50.0	25.0	17.3	10794	111.1	141.1
DISIP 25 x 15.9	4-7	50.0	25.0	15.9	8335	96.0	122.0
DISIP 25 x 13.3	8-11	50.0	25.0	13.3	4940	61.2	77.8
DISIP 25 x 11.4	12-15	50.0	25.0	11.4	3111	30.5	38.7

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 75 \beta 50 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 80 x 80 x 2.5	1-4	80.0	2.5	80.0	2.5	803.8	2763.4
CC 80 x 80 x 2.2	5-8	80.0	2.2	80.0	2.2	709.1	2428.0
CC 80 x 80 x 1.9	9-12	80.0	1.9	80.0	1.9	612.7	2089.7
CC 80 x 80 x 1.6	13-15	80.0	1.6	80.0	1.6	514.7	1748.6

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 21 x 122	1-4	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W 21 x 111	5-8	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W 21 x 93	9-12	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 83	13-15	54.4	1.3	21.2	2.1	112.9	127.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 23 x 23 x 1.1	1-3	23.0	1.1	23.0	97.3	246.2	217.8
CV 21 x 21 x 1	4-7	21.0	1.0	21.0	76.4	193.2	165.7
CV 18 x 18 x 0.6	8-11	18.0	0.6	18.0	44.1	111.6	89.5
CV 15 x 15 x 0.5	12-15	15.0	0.5	15.0	27.7	70.0	50.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 16.5	1-3	50.0	25.0	16.5	9376	95.0	137.8
DISIP 25 x 15.2	4-7	50.0	25.0	15.2	7374	82.5	119.6
DISIP 25 x 12.7	8-11	50.0	25.0	12.7	4267	51.9	75.3
DISIP 25 x 10.8	12-15	50.0	25.0	10.8	2621	25.6	37.1

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 25 \beta 75 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 77 x 77 x 2.4	1-4	77.0	2.4	77.0	2.4	699.3	2494.3
CC 77 x 77 x 2.1	5-8	77.0	2.1	77.0	2.1	611.2	2171.0
CC 77 x 77 x 1.7	9-12	77.0	1.7	77.0	1.7	521.5	1844.9
CC 77 x 77 x 1.4	13-15	77.0	1.4	77.0	1.4	430.3	1516.0

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 21 x 93	1-4	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 73	5-8	53.9	1.2	21.1	1.9	99.1	112.4
W 21 x 68	9-12	53.7	1.1	21.0	1.7	92.2	105.8
W 21 x 57	13-15	53.5	1.0	16.6	1.7	74.3	100.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 38 x 38 x 4	1-3	38.0	4.0	38.0	540.2	1366.8	1320.1
CV 24 x 24 x 3.3	4-7	24.0	3.3	24.0	275.6	697.2	607.4
CV 20 x 20 x 1.9	8-11	20.0	1.9	20.0	137.9	348.8	286.4
CV 18 x 18 x 1	12-15	18.0	1.0	18.0	65.0	164.3	130.5

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 37.9	1-3	50.0	25.0	37.9	113787	198.0	198.0
DISIP 25 x 30.3	4-7	50.0	25.0	30.3	58076	169.8	169.8
DISIP 25 x 24.1	8-11	50.0	25.0	24.1	29271	123.0	123.0
DISIP 25 x 18.7	12-15	50.0	25.0	18.7	13694	57.8	57.8

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 25 \beta 75 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 77 x 77 x 2.4	00-ene	77.0	2.4	77.0	2.4	699.3	2494.3
CC 77 x 77 x 2.1	5-8	77.0	2.1	77.0	2.1	611.2	2171.0
CC 77 x 77 x 1.7	9-12	77.0	1.7	77.0	1.7	521.5	1844.9
CC 77 x 77 x 1.4	13-15	77.0	1.4	77.0	1.4	430.3	1516.0

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 21 x 93	1-4	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 73	5-8	53.9	1.2	21.1	1.9	99.1	112.4
W 21 x 68	9-12	53.7	1.1	21.0	1.7	92.2	105.8
W 21 x 57	13-15	53.5	1.0	16.6	1.7	74.3	100.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 38 x 38 x 4	1-3	38.0	4.0	38.0	540.2	1366.8	1320.1
CV 24 x 24 x 3.3	4-7	24.0	3.3	24.0	275.6	697.2	607.4
CV 20 x 20 x 1.9	8-11	20.0	1.9	20.0	137.9	348.8	286.4
CV 18 x 18 x 1	12-15	18.0	1.0	18.0	65.0	164.3	130.5

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 35.1	1-3	50.0	25.0	35.1	89966	155.7	197.7
DISIP 25 x 27.9	4-7	50.0	25.0	27.9	45440	132.1	167.8
DISIP 25 x 22.2	8-11	50.0	25.0	22.2	22871	95.4	121.2
DISIP 25 x 17.3	12-15	50.0	25.0	17.3	10794	44.6	56.6

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 25 \beta 75 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 77 x 77 x 2.4	00-ene	77.0	2.4	77.0	2.4	699.3	2494.3
CC 77 x 77 x 2.1	5-8	77.0	2.1	77.0	2.1	611.2	2171.0
CC 77 x 77 x 1.7	9-12	77.0	1.7	77.0	1.7	521.5	1844.9
CC 77 x 77 x 1.4	13-15	77.0	1.4	77.0	1.4	430.3	1516.0

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 21 x 93	1-4	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 73	5-8	53.9	1.2	21.1	1.9	99.1	112.4
W 21 x 68	9-12	53.7	1.1	21.0	1.7	92.2	105.8
W 21 x 57	13-15	53.5	1.0	16.6	1.7	74.3	100.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 38 x 38 x 4	1-3	38.0	4.0	38.0	540.2	1366.8	1320.1
CV 24 x 24 x 3.3	4-7	24.0	3.3	24.0	275.6	697.2	607.4
CV 20 x 20 x 1.9	8-11	20.0	1.9	20.0	137.9	348.8	286.4
CV 18 x 18 x 1	12-15	18.0	1.0	18.0	65.0	164.3	130.5

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 33.5	1-3	50.0	25.0	33.5	78297	136.1	197.3
DISIP 25 x 26.8	4-7	50.0	25.0	26.8	40231	115.0	166.7
DISIP 25 x 21.3	8-11	50.0	25.0	21.3	20055	82.8	120.0
DISIP 25 x 16.5	12-15	50.0	25.0	16.5	9376	38.4	55.7

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 50 \beta 75 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 77.5 x 77.5 x 2.4	1-4	77.5	2.4	77.5	2.4	708.7	2511.3
CC 77.5 x 77.5 x 2.1	5-8	77.5	2.1	77.5	2.1	619.4	2185.8
CC 77.5 x 77.5 x 1.7	9-12	77.5	1.7	77.5	1.7	528.5	1857.4
CC 77.5 x 77.5 x 1.4	13-15	77.5	1.4	77.5	1.4	436.0	1526.1

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 21 x 93	1-4	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 83	5-8	54.4	1.3	21.2	2.1	112.9	127.0
W 21 x 73	9-12	53.9	1.2	21.1	1.9	99.1	112.4
W 21 x 62	13-15	53.3	1.0	20.9	1.6	83.0	99.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 23 x 23 x 2.2	1-3	23.0	2.2	23.0	184.7	467.3	406.8
CV 20 x 20 x 1.3	4-7	20.0	1.3	20.0	95.1	240.7	200.6
CV 18 x 18 x 0.8	8-11	18.0	0.8	18.0	54.6	138.2	110.3
CV 15 x 15 x 0.5	12-15	15.0	0.5	15.0	27.7	70.0	50.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 26.5	1-3	50.0	25.0	26.5	38819	186.2	186.2
DISIP 25 x 21.3	4-7	50.0	25.0	21.3	20055	145.3	145.3
DISIP 25 x 17.6	8-11	50.0	25.0	17.6	11399	99.9	99.9
DISIP 25 x 14.1	12-15	50.0	25.0	14.1	5876	44.7	44.7

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 50 \beta 75 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 77.5 x 77.5 x 2.4	1-4	77.5	2.4	77.5	2.4	708.7	2511.3
CC 77.5 x 77.5 x 2.1	5-8	77.5	2.1	77.5	2.1	619.4	2185.8
CC 77.5 x 77.5 x 1.7	9-12	77.5	1.7	77.5	1.7	528.5	1857.4
CC 77.5 x 77.5 x 1.4	13-15	77.5	1.4	77.5	1.4	436.0	1526.1

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 21 x 93	1-4	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 83	5-8	54.4	1.3	21.2	2.1	112.9	127.0
W 21 x 73	9-12	53.9	1.2	21.1	1.9	99.1	112.4
W 21 x 62	13-15	53.3	1.0	20.9	1.6	83.0	99.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 23 x 23 x 2.2	1-3	23.0	2.2	23.0	184.7	467.3	406.8
CV 20 x 20 x 1.3	4-7	20.0	1.3	20.0	95.1	240.7	200.6
CV 18 x 18 x 0.8	8-11	18.0	0.8	18.0	54.6	138.2	110.3
CV 15 x 15 x 0.5	12-15	15.0	0.5	15.0	27.7	70.0	50.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 24.4	1-3	50.0	25.0	24.4	30441	145.2	184.4
DISIP 25 x 19.7	4-7	50.0	25.0	19.7	15892	112.5	142.9
DISIP 25 x 16.4	8-11	50.0	25.0	16.4	9108	76.9	97.6
DISIP 25 x 13	12-15	50.0	25.0	13.0	4596	34.0	43.1

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 50 \beta 75 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 77.5 x 77.5 x 2.4	1-4	77.5	2.4	77.5	2.4	708.7	2511.3
CC 77.5 x 77.5 x 2.1	5-8	77.5	2.1	77.5	2.1	619.4	2185.8
CC 77.5 x 77.5 x 1.7	9-12	77.5	1.7	77.5	1.7	528.5	1857.4
CC 77.5 x 77.5 x 1.4	13-15	77.5	1.4	77.5	1.4	436.0	1526.1

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 21 x 93	1-4	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 83	5-8	54.4	1.3	21.2	2.1	112.9	127.0
W 21 x 73	9-12	53.9	1.2	21.1	1.9	99.1	112.4
W 21 x 62	13-15	53.3	1.0	20.9	1.6	83.0	99.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 23 x 23 x 2.2	1-3	23.0	2.2	23.0	184.7	467.3	406.8
CV 20 x 20 x 1.3	4-7	20.0	1.3	20.0	95.1	240.7	200.6
CV 18 x 18 x 0.8	8-11	18.0	0.8	18.0	54.6	138.2	110.3
CV 15 x 15 x 0.5	12-15	15.0	0.5	15.0	27.7	70.0	50.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 23.5	1-3	50.0	25.0	23.5	27020	126.7	183.7
DISIP 25 x 18.7	4-7	50.0	25.0	18.7	13694	97.3	141.0
DISIP 25 x 15.6	8-11	50.0	25.0	15.6	7845	66.2	95.9
DISIP 25 x 12.4	12-15	50.0	25.0	12.4	3955	29.1	42.1

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 75 \beta 75 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 87.5 x 87.5 x 2.9	1 - 4	87.5	2.9	87.5	2.9	1079.8	3400.3
CC 87.5 x 87.5 x 2.5	5 - 8	87.5	2.5	87.5	2.5	967.0	3034.0
CC 87.5 x 87.5 x 2.2	9 - 12	87.5	2.2	87.5	2.2	852.4	2664.7
CC 87.5 x 87.5 x 1.9	13 - 15	87.5	1.9	87.5	1.9	736.0	2292.6

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W 21 x 122	1 - 4	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W 21 x 111	5 - 8	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W 21 x 93	9 - 12	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 83	13 - 15	54.4	1.3	21.2	2.1	112.9	127.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 24 x 24 x 1.1	1 - 3	24.0	1.1	24.0	101.7	257.4	230.9
CV 22 x 22 x 1	4 - 7	22.0	1.0	22.0	80.2	202.9	177.1
CV 20 x 20 x 0.8	8 - 11	20.0	0.8	20.0	61.0	154.3	129.9
CV 15 x 15 x 0.6	12 - 15	15.0	0.6	15.0	36.5	92.3	65.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 21.7	1 - 3	50.0	25.0	21.7	21432	151.9	151.9
DISIP 25 x 20.2	4 - 7	50.0	25.0	20.2	17073	133.8	133.8
DISIP 25 x 18.3	8 - 11	50.0	25.0	18.3	12676	100.1	100.1
DISIP 25 x 15.4	12 - 15	50.0	25.0	15.4	7607	47.5	47.5

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 75 \beta 75 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 87.5 x 87.5 x 2.9	1 - 4	87.5	2.9	87.5	2.9	1079.8	3400.3
CC 87.5 x 87.5 x 2.5	5 - 8	87.5	2.5	87.5	2.5	967.0	3034.0
CC 87.5 x 87.5 x 2.2	9 - 12	87.5	2.2	87.5	2.2	852.4	2664.7
CC 87.5 x 87.5 x 1.9	13 - 15	87.5	1.9	87.5	1.9	736.0	2292.6

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W 21 x 122	1 - 4	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W 21 x 111	5 - 8	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W 21 x 93	9 - 12	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 83	13 - 15	54.4	1.3	21.2	2.1	112.9	127.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 24 x 24 x 1.1	1 - 3	24.0	1.1	24.0	101.7	257.4	230.9
CV 22 x 22 x 1	4 - 7	22.0	1.0	22.0	80.2	202.9	177.1
CV 20 x 20 x 0.8	8 - 11	20.0	0.8	20.0	61.0	154.3	129.9
CV 15 x 15 x 0.6	12 - 15	15.0	0.6	15.0	36.5	92.3	65.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 20	1 - 3	50.0	25.0	20.0	16673	116.5	147.9
DISIP 25 x 18.6	4 - 7	50.0	25.0	18.6	13349	102.7	130.4
DISIP 25 x 17	8 - 11	50.0	25.0	17.0	10211	77.1	97.9
DISIP 25 x 14.3	12 - 15	50.0	25.0	14.3	6076	36.3	46.1

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 75 \beta 75 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 87.5 x 87.5 x 2.9	1 - 4	87.5	2.9	87.5	2.9	1079.8	3400.3
CC 87.5 x 87.5 x 2.5	5 - 8	87.5	2.5	87.5	2.5	967.0	3034.0
CC 87.5 x 87.5 x 2.2	9 - 12	87.5	2.2	87.5	2.2	852.4	2664.7
CC 87.5 x 87.5 x 1.9	13 - 15	87.5	1.9	87.5	1.9	736.0	2292.6

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W 21 x 122	1 - 4	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W 21 x 111	5 - 8	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W 21 x 93	9 - 12	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 83	13 - 15	54.4	1.3	21.2	2.1	112.9	127.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 24 x 24 x 1.1	1 - 3	24.0	1.1	24.0	101.7	257.4	230.9
CV 22 x 22 x 1	4 - 7	22.0	1.0	22.0	80.2	202.9	177.1
CV 20 x 20 x 0.8	8 - 11	20.0	0.8	20.0	61.0	154.3	129.9
CV 15 x 15 x 0.6	12 - 15	15.0	0.6	15.0	36.5	92.3	65.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 19.2	1 - 3	50.0	25.0	19.2	14766	100.6	145.9
DISIP 25 x 17.8	4 - 7	50.0	25.0	17.8	11710	88.6	128.4
DISIP 25 x 16.2	8 - 11	50.0	25.0	16.2	8845	66.2	96.0
DISIP 25 x 13.7	12 - 15	50.0	25.0	13.7	5301	31.2	45.2

Modelo de 20 niveles

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 25 \beta 25 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 95 x 95 x 3.2	1 - 5	95.0	3.2	95.0	3.2	1412.1	4099.1
CC 95 x 95 x 2.9	6 - 9	95.0	2.9	95.0	2.9	1279.6	3702.0
CC 95 x 95 x 2.5	10 - 13	95.0	2.5	95.0	2.5	1145.2	3302.0
CC 95 x 95 x 2.2	14 - 17	95.0	2.2	95.0	2.2	1008.9	2899.1
CC 95 x 95 x 1.9	18 - 20	95.0	1.9	95.0	1.9	870.6	2493.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W30x116	1 - 5	76.2	1.4	26.7	2.2	217.7	200.1
W21x132	6 - 9	55.4	1.7	31.6	2.6	191.8	159.9
W21x122	10 - 13	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W21x111	14 - 17	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W21x101	18 - 20	54.3	1.3	31.2	2.0	145.7	123.4

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 65 x 65 x 14.3	1 - 4	65.0	14.3	65.0	2898.2	7332.5	7272.8
CV 26 x 26 x 6.2	5 - 8	26.0	6.2	26.0	490.6	1241.1	1077.8
CV 22 x 22 x 3.3	9 - 12	22.0	3.3	22.0	248.9	629.8	527.2
CV 20 x 20 x 1.7	13 - 16	20.0	1.7	20.0	127.5	322.6	265.9
CV 15 x 15 x 1.1	17 - 20	15.0	1.1	15.0	61.7	156.2	108.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 46	1 - 4	50.0	25.0	46.0	203280	316.2	316.2
DISIP 25 x 25.4	5 - 8	50.0	25.0	25.4	34140	230.6	230.6
DISIP 25 x 20.3	9 - 12	50.0	25.0	20.3	17480	166.5	166.5
DISIP 25 x 16.2	13 - 16	50.0	25.0	16.2	8845	99.4	99.4
DISIP 25 x 12.7	17 - 20	50.0	25.0	12.7	4267	36.5	36.5

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 25 \beta 25 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 95 x 95 x 3.2	1 - 5	95.0	3.2	95.0	3.2	1412.1	4099.1
CC 95 x 95 x 2.9	6 - 9	95.0	2.9	95.0	2.9	1279.6	3702.0
CC 95 x 95 x 2.5	10 - 13	95.0	2.5	95.0	2.5	1145.2	3302.0
CC 95 x 95 x 2.2	14 - 17	95.0	2.2	95.0	2.2	1008.9	2899.1
CC 95 x 95 x 1.9	18 - 20	95.0	1.9	95.0	1.9	870.6	2493.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W30x116	1 - 5	76.2	1.4	26.7	2.2	217.7	200.1
W21x132	6 - 9	55.4	1.7	31.6	2.6	191.8	159.9
W21x122	10 - 13	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W21x111	14 - 17	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W21x101	18 - 20	54.3	1.3	31.2	2.0	145.7	123.4

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 65 x 65 x 14.3	1 - 4	65.0	14.3	65.0	2898.2	7332.5	7272.8
CV 26 x 26 x 6.2	5 - 8	26.0	6.2	26.0	490.6	1241.1	1077.8
CV 22 x 22 x 3.3	9 - 12	22.0	3.3	22.0	248.9	629.8	527.2
CV 20 x 20 x 1.7	13 - 16	20.0	1.7	20.0	127.5	322.6	265.9
CV 15 x 15 x 1.1	17 - 20	15.0	1.1	15.0	61.7	156.2	108.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 42.5	1 - 4	50.0	25.0	42.5	160437	250.8	318.5
DISIP 25 x 23.5	5 - 8	50.0	25.0	23.5	27020	179.3	227.7
DISIP 25 x 18.7	9 - 12	50.0	25.0	18.7	13694	127.1	161.4
DISIP 25 x 15.1	13 - 16	50.0	25.0	15.1	7146	75.5	95.9
DISIP 25 x 11.7	17 - 20	50.0	25.0	11.7	3377	27.1	34.4

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 25 \beta 25 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 95 x 95 x 3.2	1 - 5	95.0	3.2	95.0	3.2	1412.1	4099.1
CC 95 x 95 x 2.9	6 - 9	95.0	2.9	95.0	2.9	1279.6	3702.0
CC 95 x 95 x 2.5	10 - 13	95.0	2.5	95.0	2.5	1145.2	3302.0
CC 95 x 95 x 2.2	14 - 17	95.0	2.2	95.0	2.2	1008.9	2899.1
CC 95 x 95 x 1.9	18 - 20	95.0	1.9	95.0	1.9	870.6	2493.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W30x116	1 - 5	76.2	1.4	26.7	2.2	217.7	200.1
W21x132	6 - 9	55.4	1.7	31.6	2.6	191.8	159.9
W21x122	10 - 13	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W21x111	14 - 17	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W21x101	18 - 20	54.3	1.3	31.2	2.0	145.7	123.4

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 65 x 65 x 14.3	1 - 4	65.0	14.3	65.0	2898.2	7332.5	7272.8
CV 26 x 26 x 6.2	5 - 8	26.0	6.2	26.0	490.6	1241.1	1077.8
CV 22 x 22 x 3.3	9 - 12	22.0	3.3	22.0	248.9	629.8	527.2
CV 20 x 20 x 1.7	13 - 16	20.0	1.7	20.0	127.5	322.6	265.9
CV 15 x 15 x 1.1	17 - 20	15.0	1.1	15.0	61.7	156.2	108.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 40.6	1 - 4	50.0	25.0	40.6	139836	220.3	319.4
DISIP 25 x 22.5	5 - 8	50.0	25.0	22.5	23865	155.8	225.9
DISIP 25 x 17.9	9 - 12	50.0	25.0	17.9	12026	109.3	158.5
DISIP 25 x 14.3	13 - 16	50.0	25.0	14.3	6076	63.6	92.3
DISIP 25 x 11.3	17 - 20	50.0	25.0	11.3	2983	23.1	33.5

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 50 \beta 25 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 92.5 x 92.5 x 2.7	1 - 5	92.5	2.7	92.5	2.7	1147.8	3407.5
CC 92.5 x 92.5 x 2.4	6 - 9	92.5	2.4	92.5	2.4	1019.9	3017.2
CC 92.5 x 92.5 x 2.1	10 - 13	92.5	2.1	92.5	2.1	890.1	2623.5
CC 92.5 x 92.5 x 1.7	14 - 17	92.5	1.7	92.5	1.7	758.4	2228.2
CC 92.5 x 92.5 x 1.6	18 - 20	92.5	1.6	92.5	1.6	691.9	2029.2

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W21x147	1 - 5	56.0	1.8	31.8	2.9	214.8	177.5
W21x132	6 - 9	55.4	1.7	31.6	2.6	191.8	159.9
W21x122	10 - 13	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W21x111	14 - 17	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W21x101	18 - 20	54.3	1.3	31.2	2.0	145.7	123.4

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 60 x 60 x 3.3	1 - 4	60.0	3.3	60.0	755.6	1911.8	1900.4
CV 32 x 32 x 3.3	5 - 8	32.0	3.3	32.0	382.3	967.1	913.1
CV 23 x 23 x 2.4	9 - 12	23.0	2.4	23.0	196.4	496.9	431.5
CV 19 x 19 x 1.4	13 - 16	19.0	1.4	19.0	100.4	254.1	205.3
CV 14 x 14 x 1	17 - 20	14.0	1.0	14.0	49.7	125.8	82.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 29.4	1 - 4	50.0	25.0	29.4	52773	263.7	263.7
DISIP 25 x 23.5	5 - 8	50.0	25.0	23.5	27020	214.3	214.3
DISIP 25 x 18.7	9 - 12	50.0	25.0	18.7	13694	151.8	151.8
DISIP 25 x 15.1	13 - 16	50.0	25.0	15.1	7146	89.2	89.2
DISIP 25 x 11.9	17 - 20	50.0	25.0	11.9	3516	32.5	32.5

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 50 \beta 25 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 92.5 x 92.5 x 2.7	1-5	92.5	2.7	92.5	2.7	1147.8	3407.5
CC 92.5 x 92.5 x 2.4	6-9	92.5	2.4	92.5	2.4	1019.9	3017.2
CC 92.5 x 92.5 x 2.1	10-13	92.5	2.1	92.5	2.1	890.1	2623.5
CC 92.5 x 92.5 x 1.7	14-17	92.5	1.7	92.5	1.7	758.4	2228.2
CC 92.5 x 92.5 x 1.6	18-20	92.5	1.6	92.5	1.6	691.9	2029.2

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W21x147	1-5	56.0	1.8	31.8	2.9	214.8	177.5
W21x132	6-9	55.4	1.7	31.6	2.6	191.8	159.9
W21x122	10-13	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W21x111	14-17	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W21x101	18-20	54.3	1.3	31.2	2.0	145.7	123.4

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 60 x 60 x 3.3	1-4	60.0	3.3	60.0	755.6	1911.8	1900.4
CV 32 x 32 x 3.3	5-8	32.0	3.3	32.0	382.3	967.1	913.1
CV 23 x 23 x 2.4	9-12	23.0	2.4	23.0	196.4	496.9	431.5
CV 19 x 19 x 1.4	13-16	19.0	1.4	19.0	100.4	254.1	205.3
CV 14 x 14 x 1	17-20	14.0	1.0	14.0	49.7	125.8	82.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 27.1	1-4	50.0	25.0	27.1	41676	206.1	261.8
DISIP 25 x 21.6	5-8	50.0	25.0	21.6	20966	165.5	210.2
DISIP 25 x 17.3	9-12	50.0	25.0	17.3	10794	116.9	146.9
DISIP 25 x 13.8	13-16	50.0	25.0	13.8	5489	66.4	84.3
DISIP 25 x 11	17-20	50.0	25.0	11.0	2738	24.1	30.6

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 50 \beta 25 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 92.5 x 92.5 x 2.7	1-5	92.5	2.7	92.5	2.7	1147.8	3407.5
CC 92.5 x 92.5 x 2.4	6-9	92.5	2.4	92.5	2.4	1019.9	3017.2
CC 92.5 x 92.5 x 2.1	10-13	92.5	2.1	92.5	2.1	890.1	2623.5
CC 92.5 x 92.5 x 1.7	14-17	92.5	1.7	92.5	1.7	758.4	2228.2
CC 92.5 x 92.5 x 1.6	18-20	92.5	1.6	92.5	1.6	691.9	2029.2

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W21x147	1-5	56.0	1.8	31.8	2.9	214.8	177.5
W21x132	6-9	55.4	1.7	31.6	2.6	191.8	159.9
W21x122	10-13	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W21x111	14-17	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W21x101	18-20	54.3	1.3	31.2	2.0	145.7	123.4

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 60 x 60 x 3.3	1-4	60.0	3.3	60.0	755.6	1911.8	1900.4
CV 32 x 32 x 3.3	5-8	32.0	3.3	32.0	382.3	967.1	913.1
CV 23 x 23 x 2.4	9-12	23.0	2.4	23.0	196.4	496.9	431.5
CV 19 x 19 x 1.4	13-16	19.0	1.4	19.0	100.4	254.1	205.3
CV 14 x 14 x 1	17-20	14.0	1.0	14.0	49.7	125.8	82.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 26	1-4	50.0	25.0	26.0	36765	179.7	260.6
DISIP 25 x 20.6	5-8	50.0	25.0	20.6	18312	143.4	207.9
DISIP 25 x 16.5	9-12	50.0	25.0	16.5	9376	99.0	143.5
DISIP 25 x 13.3	13-16	50.0	25.0	13.3	4940	57.1	82.8
DISIP 25 x 10.5	17-20	50.0	25.0	10.5	2396	20.3	29.4

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 75 \beta 25 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 90 x 90 x 2.7	1-5	90.0	2.7	90.0	2.7	1084.8	3312.6
CC 90 x 90 x 2.4	6-9	90.0	2.4	90.0	2.4	964.1	2933.5
CC 90 x 90 x 2.1	10-13	90.0	2.1	90.0	2.1	841.6	2551.6
CC 90 x 90 x 1.7	14-17	90.0	1.7	90.0	1.7	717.2	2166.8
CC 90 x 90 x 1.6	18-20	90.0	1.6	90.0	1.6	654.3	1973.4

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W24x162	1-5	63.5	1.8	32.9	3.1	269.6	198.2
W24x146	6-9	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W24x131	10-13	62.2	1.5	32.7	2.4	213.1	170.7
W24x117	14-17	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0
W24x104	18-20	61.1	1.3	32.4	1.9	166.5	140.6

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 25 x 25 x 2.9	1-4	25.0	2.9	25.0	253.1	640.3	569.9
CV 22 x 22 x 1.6	5-8	22.0	1.6	22.0	129.6	327.9	283.3
CV 18 x 18 x 1.1	9-12	18.0	1.1	18.0	75.1	189.9	150.1
CV 15 x 15 x 0.8	13-16	15.0	0.8	15.0	45.1	114.1	80.2
CV 12 x 12 x 0.6	17-20	12.0	0.6	12.0	28.9	73.0	41.6

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 20.5	1-4	50.0	25.0	20.5	17892	213.6	213.6
DISIP 25 x 16.4	5-8	50.0	25.0	16.4	9108	151.6	151.6
DISIP 25 x 13.7	9-12	50.0	25.0	13.7	5301	101.9	101.9
DISIP 25 x 11.4	13-16	50.0	25.0	11.4	3111	59.1	59.1
DISIP 25 x 9.8	17-20	50.0	25.0	9.8	1986	24.9	24.9

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 75 \beta 25 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 90 x 90 x 2.7	1-5	90.0	2.7	90.0	2.7	1084.8	3312.6
CC 90 x 90 x 2.4	6-9	90.0	2.4	90.0	2.4	964.1	2933.5
CC 90 x 90 x 2.1	10-13	90.0	2.1	90.0	2.1	841.6	2551.6
CC 90 x 90 x 1.7	14-17	90.0	1.7	90.0	1.7	717.2	2166.8
CC 90 x 90 x 1.6	18-20	90.0	1.6	90.0	1.6	654.3	1973.4

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W24x162	1-5	63.5	1.8	32.9	3.1	269.6	198.2
W24x146	6-9	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W24x131	10-13	62.2	1.5	32.7	2.4	213.1	170.7
W24x117	14-17	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0
W24x104	18-20	61.1	1.3	32.4	1.9	166.5	140.6

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 25 x 25 x 2.9	1-4	25.0	2.9	25.0	253.1	640.3	569.9
CV 22 x 22 x 1.6	5-8	22.0	1.6	22.0	129.6	327.9	283.3
CV 18 x 18 x 1.1	9-12	18.0	1.1	18.0	75.1	189.9	150.1
CV 15 x 15 x 0.8	13-16	15.0	0.8	15.0	45.1	114.1	80.2
CV 12 x 12 x 0.6	17-20	12.0	0.6	12.0	28.9	73.0	41.6

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 18.9	1-4	50.0	25.0	18.9	14046	161.8	205.4
DISIP 25 x 15.1	5-8	50.0	25.0	15.1	7146	113.1	143.6
DISIP 25 x 12.5	9-12	50.0	25.0	12.5	4109	74.6	94.8
DISIP 25 x 10.6	13-16	50.0	25.0	10.6	2507	43.7	55.5
DISIP 25 x 9.2	17-20	50.0	25.0	9.2	1626	18.4	23.4

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 75 \beta 25 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 90 x 90 x 2.7	1-5	90.0	2.7	90.0	2.7	1084.8	3312.6
CC 90 x 90 x 2.4	6-9	90.0	2.4	90.0	2.4	964.1	2933.5
CC 90 x 90 x 2.1	10-13	90.0	2.1	90.0	2.1	841.6	2551.6
CC 90 x 90 x 1.7	14-17	90.0	1.7	90.0	1.7	717.2	2166.8
CC 90 x 90 x 1.6	18-20	90.0	1.6	90.0	1.6	654.3	1973.4

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W24x162	1-5	63.5	1.8	32.9	3.1	269.6	198.2
W24x146	6-9	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W24x131	10-13	62.2	1.5	32.7	2.4	213.1	170.7
W24x117	14-17	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0
W24x104	18-20	61.1	1.3	32.4	1.9	166.5	140.6

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 25 x 25 x 2.9	1-4	25.0	2.9	25.0	253.1	640.3	569.9
CV 22 x 22 x 1.6	5-8	22.0	1.6	22.0	129.6	327.9	283.3
CV 18 x 18 x 1.1	9-12	18.0	1.1	18.0	75.1	189.9	150.1
CV 15 x 15 x 0.8	13-16	15.0	0.8	15.0	45.1	114.1	80.2
CV 12 x 12 x 0.6	17-20	12.0	0.6	12.0	28.9	73.0	41.6

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 18.1	1-4	50.0	25.0	18.1	12349	138.3	200.5
DISIP 25 x 14.4	5-8	50.0	25.0	14.4	6281	95.7	138.8
DISIP 25 x 12.1	9-12	50.0	25.0	12.1	3659	63.1	91.5
DISIP 25 x 10.2	13-16	50.0	25.0	10.2	2185	36.4	52.7
DISIP 25 x 8.7	17-20	50.0	25.0	8.7	1387	15.2	22.0

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 25 \beta 50 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 95 x 95 x 3.2	1-5	95.0	3.2	95.0	3.2	1412.1	4099.1
CC 95 x 95 x 2.9	6-9	95.0	2.9	95.0	2.9	1279.6	3702.0
CC 95 x 95 x 2.5	10-13	95.0	2.5	95.0	2.5	1145.2	3302.0
CC 95 x 95 x 2.2	14-17	95.0	2.2	95.0	2.2	1008.9	2899.1
CC 95 x 95 x 1.9	18-20	95.0	1.9	95.0	1.9	870.6	2493.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W21x147	1-5	56.0	1.8	31.8	2.9	214.8	177.5
W21x132	6-9	55.4	1.7	31.6	2.6	191.8	159.9
W21x122	10-13	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W21x111	14-17	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W21x101	18-20	54.3	1.3	31.2	2.0	145.7	123.4

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 60 x 60 x 7.6	1-4	60.0	7.6	60.0	1596.5	4039.3	4007.0
CV 35 x 35 x 7.1	5-8	35.0	7.1	35.0	796.0	2013.9	1900.3
CV 25 x 25 x 4.9	9-12	25.0	4.9	25.0	395.3	1000.0	867.2
CV 20 x 20 x 2.9	13-16	20.0	2.9	20.0	195.9	495.7	397.5
CV 15 x 15 x 1.9	17-20	15.0	1.9	15.0	99.8	252.5	167.1

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 47.6	1-4	50.0	25.0	47.6	225042	283.6	283.6
DISIP 25 x 37.8	5-8	50.0	25.0	37.8	112365	244.7	244.7
DISIP 25 x 29.8	9-12	50.0	25.0	29.8	55383	186.7	186.7
DISIP 25 x 23.7	13-16	50.0	25.0	23.7	27571	118.0	118.0
DISIP 25 x 18.9	17-20	50.0	25.0	18.9	14046	47.1	47.1

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 25 \beta 50 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 95 x 95 x 3.2	1-5	95.0	3.2	95.0	3.2	1412.1	4099.1
CC 95 x 95 x 2.9	6-9	95.0	2.9	95.0	2.9	1279.6	3702.0
CC 95 x 95 x 2.5	10-13	95.0	2.5	95.0	2.5	1145.2	3302.0
CC 95 x 95 x 2.2	14-17	95.0	2.2	95.0	2.2	1008.9	2899.1
CC 95 x 95 x 1.9	18-20	95.0	1.9	95.0	1.9	870.6	2493.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W21x147	1-5	56.0	1.8	31.8	2.9	214.8	177.5
W21x132	6-9	55.4	1.7	31.6	2.6	191.8	159.9
W21x122	10-13	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W21x111	14-17	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W21x101	18-20	54.3	1.3	31.2	2.0	145.7	123.4

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 60 x 60 x 7.6	1-4	60.0	7.6	60.0	1596.5	4039.3	4007.0
CV 35 x 35 x 7.1	5-8	35.0	7.1	35.0	796.0	2013.9	1900.3
CV 25 x 25 x 4.9	9-12	25.0	4.9	25.0	395.3	1000.0	867.2
CV 20 x 20 x 2.9	13-16	20.0	2.9	20.0	195.9	495.7	397.5
CV 15 x 15 x 1.9	17-20	15.0	1.9	15.0	99.8	252.5	167.1

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 44	1-4	50.0	25.0	44.0	177149	223.3	283.6
DISIP 25 x 34.8	5-8	50.0	25.0	34.8	87545	190.4	241.8
DISIP 25 x 27.6	9-12	50.0	25.0	27.6	43908	144.9	184.1
DISIP 25 x 21.7	13-16	50.0	25.0	21.7	21432	90.3	114.7
DISIP 25 x 17.5	17-20	50.0	25.0	17.5	11094	36.1	45.9

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 25 \beta 50 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 95 x 95 x 3.2	1-5	95.0	3.2	95.0	3.2	1412.1	4099.1
CC 95 x 95 x 2.9	6-9	95.0	2.9	95.0	2.9	1279.6	3702.0
CC 95 x 95 x 2.5	10-13	95.0	2.5	95.0	2.5	1145.2	3302.0
CC 95 x 95 x 2.2	14-17	95.0	2.2	95.0	2.2	1008.9	2899.1
CC 95 x 95 x 1.9	18-20	95.0	1.9	95.0	1.9	870.6	2493.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W21x147	1-5	56.0	1.8	31.8	2.9	214.8	177.5
W21x132	6-9	55.4	1.7	31.6	2.6	191.8	159.9
W21x122	10-13	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W21x111	14-17	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W21x101	18-20	54.3	1.3	31.2	2.0	145.7	123.4

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 60 x 60 x 7.6	1-4	60.0	7.6	60.0	1596.5	4039.3	4007.0
CV 35 x 35 x 7.1	5-8	35.0	7.1	35.0	796.0	2013.9	1900.3
CV 25 x 25 x 4.9	9-12	25.0	4.9	25.0	395.3	1000.0	867.2
CV 20 x 20 x 2.9	13-16	20.0	2.9	20.0	195.9	495.7	397.5
CV 15 x 15 x 1.9	17-20	15.0	1.9	15.0	99.8	252.5	167.1

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 42.1	1-4	50.0	25.0	42.1	155109	195.4	283.4
DISIP 25 x 33.3	5-8	50.0	25.0	33.3	77189	165.7	240.3
DISIP 25 x 26.4	9-12	50.0	25.0	26.4	38126	125.5	181.9
DISIP 25 x 21	13-16	50.0	25.0	21.0	19170	78.4	113.7
DISIP 25 x 16.7	17-20	50.0	25.0	16.7	9649	30.9	44.9

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 50 \beta 50 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 85 x 85 x 2.7	1-5	85.0	2.7	85.0	2.7	964.2	3121.8
CC 85 x 85 x 2.4	6-9	85.0	2.4	85.0	2.4	857.2	2765.3
CC 85 x 85 x 2.1	10-13	85.0	2.1	85.0	2.1	748.6	2405.9
CC 85 x 85 x 1.7	14-17	85.0	1.7	85.0	1.7	638.3	2043.7
CC 85 x 85 x 1.6	18-20	85.0	1.6	85.0	1.6	582.4	1861.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W21x147	1-5	56.0	1.8	31.8	2.9	214.8	177.5
W21x132	6-9	55.4	1.7	31.6	2.6	191.8	159.9
W21x122	10-13	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W21x111	14-17	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W21x101	18-20	54.3	1.3	31.2	2.0	145.7	123.4

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 30 x 30 x 3.5	1-4	30.0	3.5	30.0	370.3	936.9	872.4
CV 23 x 23 x 2.2	5-8	23.0	2.2	23.0	184.7	467.3	406.8
CV 22 x 22 x 1.9	9-12	22.0	1.9	22.0	153.1	387.4	332.9
CV 18 x 18 x 1.3	13-16	18.0	1.3	18.0	85.0	215.0	169.1
CV 14 x 14 x 0.8	17-20	14.0	0.8	14.0	41.9	106.1	70.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 29.2	1-4	50.0	25.0	29.2	51922	252.6	252.6
DISIP 25 x 23.2	5-8	50.0	25.0	23.2	25939	194.5	194.5
DISIP 25 x 21.7	9-12	50.0	25.0	21.7	21432	161.9	161.9
DISIP 25 x 17.9	13-16	50.0	25.0	17.9	12026	95.7	95.7
DISIP 25 x 14.1	17-20	50.0	25.0	14.1	5876	35.2	35.2

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 50 \beta 50 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 85 x 85 x 2.7	1-5	85.0	2.7	85.0	2.7	964.2	3121.8
CC 85 x 85 x 2.4	6-9	85.0	2.4	85.0	2.4	857.2	2765.3
CC 85 x 85 x 2.1	10-13	85.0	2.1	85.0	2.1	748.6	2405.9
CC 85 x 85 x 1.7	14-17	85.0	1.7	85.0	1.7	638.3	2043.7
CC 85 x 85 x 1.6	18-20	85.0	1.6	85.0	1.6	582.4	1861.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W21x147	1-5	56.0	1.8	31.8	2.9	214.8	177.5
W21x132	6-9	55.4	1.7	31.6	2.6	191.8	159.9
W21x122	10-13	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W21x111	14-17	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W21x101	18-20	54.3	1.3	31.2	2.0	145.7	123.4

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 30 x 30 x 3.5	1-4	30.0	3.5	30.0	370.3	936.9	872.4
CV 23 x 23 x 2.2	5-8	23.0	2.2	23.0	184.7	467.3	406.8
CV 22 x 22 x 1.9	9-12	22.0	1.9	22.0	153.1	387.4	332.9
CV 18 x 18 x 1.3	13-16	18.0	1.3	18.0	85.0	215.0	169.1
CV 14 x 14 x 0.8	17-20	14.0	0.8	14.0	41.9	106.1	70.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 27	1-4	50.0	25.0	27.0	40949	196.9	250.0
DISIP 25 x 21.4	5-8	50.0	25.0	21.4	20507	149.9	190.4
DISIP 25 x 20.2	9-12	50.0	25.0	20.2	17073	124.9	158.6
DISIP 25 x 16.5	13-16	50.0	25.0	16.5	9376	72.8	92.5
DISIP 25 x 13	17-20	50.0	25.0	13.0	4596	26.6	33.8

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 50 \beta 50 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 85 x 85 x 2.7	1-5	85.0	2.7	85.0	2.7	964.2	3121.8
CC 85 x 85 x 2.4	6-9	85.0	2.4	85.0	2.4	857.2	2765.3
CC 85 x 85 x 2.1	10-13	85.0	2.1	85.0	2.1	748.6	2405.9
CC 85 x 85 x 1.7	14-17	85.0	1.7	85.0	1.7	638.3	2043.7
CC 85 x 85 x 1.6	18-20	85.0	1.6	85.0	1.6	582.4	1861.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W21x147	1-5	56.0	1.8	31.8	2.9	214.8	177.5
W21x132	6-9	55.4	1.7	31.6	2.6	191.8	159.9
W21x122	10-13	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W21x111	14-17	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W21x101	18-20	54.3	1.3	31.2	2.0	145.7	123.4

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 30 x 30 x 3.5	1-4	30.0	3.5	30.0	370.3	936.9	872.4
CV 23 x 23 x 2.2	5-8	23.0	2.2	23.0	184.7	467.3	406.8
CV 22 x 22 x 1.9	9-12	22.0	1.9	22.0	153.1	387.4	332.9
CV 18 x 18 x 1.3	13-16	18.0	1.3	18.0	85.0	215.0	169.1
CV 14 x 14 x 0.8	17-20	14.0	0.8	14.0	41.9	106.1	70.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 25.9	1-4	50.0	25.0	25.9	36096	171.5	248.6
DISIP 25 x 20.5	5-8	50.0	25.0	20.5	17892	129.4	187.6
DISIP 25 x 19.2	9-12	50.0	25.0	19.2	14766	107.6	156.0
DISIP 25 x 15.9	13-16	50.0	25.0	15.9	8335	62.9	91.2
DISIP 25 x 12.5	17-20	50.0	25.0	12.5	4109	22.9	33.1

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 75 \beta 50 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 90 x 90 x 2.7	1-5	90.0	2.7	90.0	2.7	1084.8	3312.6
CC 90 x 90 x 2.4	6-9	90.0	2.4	90.0	2.4	964.1	2933.5
CC 90 x 90 x 2.1	10-13	90.0	2.1	90.0	2.1	841.6	2551.6
CC 90 x 90 x 1.7	14-17	90.0	1.7	90.0	1.7	717.2	2166.8
CC 90 x 90 x 1.6	18-20	90.0	1.6	90.0	1.6	654.3	1973.4

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W24x162	1-5	63.5	1.8	32.9	3.1	269.6	198.2
W24x146	6-9	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W24x131	10-13	62.2	1.5	32.7	2.4	213.1	170.7
W24x117	14-17	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0
W24x104	18-20	61.1	1.3	32.4	1.9	166.5	140.6

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 22 x 22 x 1.9	1-4	22.0	1.9	22.0	153.1	387.4	332.9
CV 20 x 20 x 1.1	5-8	20.0	1.1	20.0	84.0	212.4	177.6
CV 19 x 19 x 1	9-12	19.0	1.0	19.0	68.8	174.0	142.4
CV 17 x 17 x 0.8	13-16	17.0	0.8	17.0	51.5	130.2	100.3
CV 13 x 13 x 0.6	17-20	13.0	0.6	13.0	31.4	79.5	49.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 21.7	1-4	50.0	25.0	21.7	21432	202.7	202.7
DISIP 25 x 17.8	5-8	50.0	25.0	17.8	11710	143.6	143.6
DISIP 25 x 16.7	9-12	50.0	25.0	16.7	9649	116.6	116.6
DISIP 25 x 15.1	13-16	50.0	25.0	15.1	7146	77.5	77.5
DISIP 25 x 12.9	17-20	50.0	25.0	12.9	4430	31.2	31.2

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 75 \beta 50 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 90 x 90 x 2.7	1-5	90.0	2.7	90.0	2.7	1084.8	3312.6
CC 90 x 90 x 2.4	6-9	90.0	2.4	90.0	2.4	964.1	2933.5
CC 90 x 90 x 2.1	10-13	90.0	2.1	90.0	2.1	841.6	2551.6
CC 90 x 90 x 1.7	14-17	90.0	1.7	90.0	1.7	717.2	2166.8
CC 90 x 90 x 1.6	18-20	90.0	1.6	90.0	1.6	654.3	1973.4

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W24x162	1-5	63.5	1.8	32.9	3.1	269.6	198.2
W24x146	6-9	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W24x131	10-13	62.2	1.5	32.7	2.4	213.1	170.7
W24x117	14-17	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0
W24x104	18-20	61.1	1.3	32.4	1.9	166.5	140.6

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 22 x 22 x 1.9	1-4	22.0	1.9	22.0	153.1	387.4	332.9
CV 20 x 20 x 1.1	5-8	20.0	1.1	20.0	84.0	212.4	177.6
CV 19 x 19 x 1	9-12	19.0	1.0	19.0	68.8	174.0	142.4
CV 17 x 17 x 0.8	13-16	17.0	0.8	17.0	51.5	130.2	100.3
CV 13 x 13 x 0.6	17-20	13.0	0.6	13.0	31.4	79.5	49.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 20.2	1-4	50.0	25.0	20.2	17073	154.9	196.7
DISIP 25 x 16.5	5-8	50.0	25.0	16.5	9376	108.8	138.1
DISIP 25 x 15.4	9-12	50.0	25.0	15.4	7607	87.9	111.7
DISIP 25 x 14	13-16	50.0	25.0	14.0	5680	58.5	74.3
DISIP 25 x 11.9	17-20	50.0	25.0	11.9	3516	23.5	29.9

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 75 \beta 50 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 90 x 90 x 2.7	1-5	90.0	2.7	90.0	2.7	1084.8	3312.6
CC 90 x 90 x 2.4	6-9	90.0	2.4	90.0	2.4	964.1	2933.5
CC 90 x 90 x 2.1	10-13	90.0	2.1	90.0	2.1	841.6	2551.6
CC 90 x 90 x 1.7	14-17	90.0	1.7	90.0	1.7	717.2	2166.8
CC 90 x 90 x 1.6	18-20	90.0	1.6	90.0	1.6	654.3	1973.4

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W24x162	1-5	63.5	1.8	32.9	3.1	269.6	198.2
W24x146	6-9	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W24x131	10-13	62.2	1.5	32.7	2.4	213.1	170.7
W24x117	14-17	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0
W24x104	18-20	61.1	1.3	32.4	1.9	166.5	140.6

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 22 x 22 x 1.9	1-4	22.0	1.9	22.0	153.1	387.4	332.9
CV 20 x 20 x 1.1	5-8	20.0	1.1	20.0	84.0	212.4	177.6
CV 19 x 19 x 1	9-12	19.0	1.0	19.0	68.8	174.0	142.4
CV 17 x 17 x 0.8	13-16	17.0	0.8	17.0	51.5	130.2	100.3
CV 13 x 13 x 0.6	17-20	13.0	0.6	13.0	31.4	79.5	49.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 19.2	1-4	50.0	25.0	19.2	14766	132.7	192.4
DISIP 25 x 15.7	5-8	50.0	25.0	15.7	8087	92.4	134.0
DISIP 25 x 14.8	9-12	50.0	25.0	14.8	6704	75.2	109.0
DISIP 25 x 13.3	13-16	50.0	25.0	13.3	4940	49.7	72.1
DISIP 25 x 11.3	17-20	50.0	25.0	11.3	2983	19.8	28.7

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 25 \beta 75 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 95 x 95 x 3.2	1-5	95.0	3.2	95.0	3.2	1412.1	4099.1
CC 95 x 95 x 2.9	6-9	95.0	2.9	95.0	2.9	1279.6	3702.0
CC 95 x 95 x 2.5	10-13	95.0	2.5	95.0	2.5	1145.2	3302.0
CC 95 x 95 x 2.2	14-17	95.0	2.2	95.0	2.2	1008.9	2899.1
CC 95 x 95 x 1.9	18-20	95.0	1.9	95.0	1.9	870.6	2493.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W21x147	1-5	56.0	1.8	31.8	2.9	214.8	177.5
W21x132	6-9	55.4	1.7	31.6	2.6	191.8	159.9
W21x122	10-13	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W21x111	14-17	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W21x101	18-20	54.3	1.3	31.2	2.0	145.7	123.4

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 55 x 55 x 6.4	1-4	55.0	6.4	55.0	1235.7	3126.3	3093.0
CV 32 x 32 x 6	5-8	32.0	6.0	32.0	626.6	1585.3	1475.4
CV 25 x 25 x 3.7	9-12	25.0	3.7	25.0	311.8	788.9	695.3
CV 20 x 20 x 2.4	13-16	20.0	2.4	20.0	167.8	424.6	344.6
CV 15 x 15 x 1.6	17-20	15.0	1.6	15.0	85.2	215.5	145.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 50	1-4	50.0	25.0	50.0	260514	280.4	280.4
DISIP 25 x 39.8	5-8	50.0	25.0	39.8	131802	241.6	241.6
DISIP 25 x 31.6	9-12	50.0	25.0	31.6	65684	183.2	183.2
DISIP 25 x 25.7	13-16	50.0	25.0	25.7	35436	118.4	118.4
DISIP 25 x 20.5	17-20	50.0	25.0	20.5	17892	47.1	47.1

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 25 \beta 75 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 95 x 95 x 3.2	1-5	95.0	3.2	95.0	3.2	1412.1	4099.1
CC 95 x 95 x 2.9	6-9	95.0	2.9	95.0	2.9	1279.6	3702.0
CC 95 x 95 x 2.5	10-13	95.0	2.5	95.0	2.5	1145.2	3302.0
CC 95 x 95 x 2.2	14-17	95.0	2.2	95.0	2.2	1008.9	2899.1
CC 95 x 95 x 1.9	18-20	95.0	1.9	95.0	1.9	870.6	2493.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W21x147	1-5	56.0	1.8	31.8	2.9	214.8	177.5
W21x132	6-9	55.4	1.7	31.6	2.6	191.8	159.9
W21x122	10-13	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W21x111	14-17	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W21x101	18-20	54.3	1.3	31.2	2.0	145.7	123.4

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 55 x 55 x 6.4	1-4	55.0	6.4	55.0	1235.7	3126.3	3093.0
CV 32 x 32 x 6	5-8	32.0	6.0	32.0	626.6	1585.3	1475.4
CV 25 x 25 x 3.7	9-12	25.0	3.7	25.0	311.8	788.9	695.3
CV 20 x 20 x 2.4	13-16	20.0	2.4	20.0	167.8	424.6	344.6
CV 15 x 15 x 1.6	17-20	15.0	1.6	15.0	85.2	215.5	145.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 46.2	1-4	50.0	25.0	46.2	205390	220.8	280.4
DISIP 25 x 36.8	5-8	50.0	25.0	36.8	104079	188.1	238.8
DISIP 25 x 29.2	9-12	50.0	25.0	29.2	51922	142.6	181.1
DISIP 25 x 23.7	13-16	50.0	25.0	23.7	27571	91.5	116.2
DISIP 25 x 18.9	17-20	50.0	25.0	18.9	14046	36.2	46.0

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 25 \beta 75 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 95 x 95 x 3.2	1-5	95.0	3.2	95.0	3.2	1412.1	4099.1
CC 95 x 95 x 2.9	6-9	95.0	2.9	95.0	2.9	1279.6	3702.0
CC 95 x 95 x 2.5	10-13	95.0	2.5	95.0	2.5	1145.2	3302.0
CC 95 x 95 x 2.2	14-17	95.0	2.2	95.0	2.2	1008.9	2899.1
CC 95 x 95 x 1.9	18-20	95.0	1.9	95.0	1.9	870.6	2493.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W21x147	1-5	56.0	1.8	31.8	2.9	214.8	177.5
W21x132	6-9	55.4	1.7	31.6	2.6	191.8	159.9
W21x122	10-13	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W21x111	14-17	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W21x101	18-20	54.3	1.3	31.2	2.0	145.7	123.4

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 55 x 55 x 6.4	1-4	55.0	6.4	55.0	1235.7	3126.3	3093.0
CV 32 x 32 x 6	5-8	32.0	6.0	32.0	626.6	1585.3	1475.4
CV 25 x 25 x 3.7	9-12	25.0	3.7	25.0	311.8	788.9	695.3
CV 20 x 20 x 2.4	13-16	20.0	2.4	20.0	167.8	424.6	344.6
CV 15 x 15 x 1.6	17-20	15.0	1.6	15.0	85.2	215.5	145.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 44.1	1-4	50.0	25.0	44.1	179075	193.2	280.2
DISIP 25 x 35.2	5-8	50.0	25.0	35.2	91192	163.8	237.4
DISIP 25 x 27.9	9-12	50.0	25.0	27.9	45440	129.9	179.6
DISIP 25 x 22.7	13-16	50.0	25.0	22.7	24373	79.4	115.2
DISIP 25 x 18.1	17-20	50.0	25.0	18.1	12349	31.3	45.4

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 50 \beta 75 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 85 x 85 x 2.7	1-5	85.0	2.7	85.0	2.7	964.2	3121.8
CC 85 x 85 x 2.4	6-9	85.0	2.4	85.0	2.4	857.2	2765.3
CC 85 x 85 x 2.1	10-13	85.0	2.1	85.0	2.1	748.6	2405.9
CC 85 x 85 x 1.7	14-17	85.0	1.7	85.0	1.7	638.3	2043.7
CC 85 x 85 x 1.6	18-20	85.0	1.6	85.0	1.6	582.4	1861.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W21x147	1-5	56.0	1.8	31.8	2.9	214.8	177.5
W21x132	6-9	55.4	1.7	31.6	2.6	191.8	159.9
W21x122	10-13	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W21x111	14-17	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W21x101	18-20	54.3	1.3	31.2	2.0	145.7	123.4

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 25 x 25 x 3.3	1-4	25.0	3.3	25.0	288.9	731.0	646.9
CV 22 x 22 x 1.9	5-8	22.0	1.9	22.0	153.1	387.4	332.9
CV 17 x 17 x 1.4	9-12	17.0	1.4	17.0	89.0	225.1	169.5
CV 15 x 15 x 1	13-16	15.0	1.0	15.0	53.5	135.4	94.4
CV 14 x 14 x 0.6	17-20	14.0	0.6	14.0	33.9	85.9	57.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 30.8	1-4	50.0	25.0	30.8	60856	250.9	250.9
DISIP 25 x 24.9	5-8	50.0	25.0	24.9	32255	192.6	192.6
DISIP 25 x 20.8	9-12	50.0	25.0	20.8	18738	142.6	142.6
DISIP 25 x 17.6	13-16	50.0	25.0	17.6	11399	88.3	88.3
DISIP 25 x 15.1	17-20	50.0	25.0	15.1	7146	37.2	37.2

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 50 \beta 75 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 85 x 85 x 2.7	1-5	85.0	2.7	85.0	2.7	964.2	3121.8
CC 85 x 85 x 2.4	6-9	85.0	2.4	85.0	2.4	857.2	2765.3
CC 85 x 85 x 2.1	10-13	85.0	2.1	85.0	2.1	748.6	2405.9
CC 85 x 85 x 1.7	14-17	85.0	1.7	85.0	1.7	638.3	2043.7
CC 85 x 85 x 1.6	18-20	85.0	1.6	85.0	1.6	582.4	1861.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W21x147	1-5	56.0	1.8	31.8	2.9	214.8	177.5
W21x132	6-9	55.4	1.7	31.6	2.6	191.8	159.9
W21x122	10-13	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W21x111	14-17	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W21x101	18-20	54.3	1.3	31.2	2.0	145.7	123.4

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 25 x 25 x 3.3	1-4	25.0	3.3	25.0	288.9	731.0	646.9
CV 22 x 22 x 1.9	5-8	22.0	1.9	22.0	153.1	387.4	332.9
CV 17 x 17 x 1.4	9-12	17.0	1.4	17.0	89.0	225.1	169.5
CV 15 x 15 x 1	13-16	15.0	1.0	15.0	53.5	135.4	94.4
CV 14 x 14 x 0.6	17-20	14.0	0.6	14.0	33.9	85.9	57.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 28.4	1-4	50.0	25.0	28.4	47803	195.6	248.4
DISIP 25 x 23	5-8	50.0	25.0	23.0	25410	149.6	189.9
DISIP 25 x 19.2	9-12	50.0	25.0	19.2	14766	109.8	139.5
DISIP 25 x 16.2	13-16	50.0	25.0	16.2	8845	67.4	85.6
DISIP 25 x 14	17-20	50.0	25.0	14.0	5680	28.5	36.1

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 50 \beta 75 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 85 x 85 x 2.7	1-5	85.0	2.7	85.0	2.7	964.2	3121.8
CC 85 x 85 x 2.4	6-9	85.0	2.4	85.0	2.4	857.2	2765.3
CC 85 x 85 x 2.1	10-13	85.0	2.1	85.0	2.1	748.6	2405.9
CC 85 x 85 x 1.7	14-17	85.0	1.7	85.0	1.7	638.3	2043.7
CC 85 x 85 x 1.6	18-20	85.0	1.6	85.0	1.6	582.4	1861.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W21x147	1-5	56.0	1.8	31.8	2.9	214.8	177.5
W21x132	6-9	55.4	1.7	31.6	2.6	191.8	159.9
W21x122	10-13	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W21x111	14-17	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W21x101	18-20	54.3	1.3	31.2	2.0	145.7	123.4

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 25 x 25 x 3.3	1-4	25.0	3.3	25.0	288.9	731.0	646.9
CV 22 x 22 x 1.9	5-8	22.0	1.9	22.0	153.1	387.4	332.9
CV 17 x 17 x 1.4	9-12	17.0	1.4	17.0	89.0	225.1	169.5
CV 15 x 15 x 1	13-16	15.0	1.0	15.0	53.5	135.4	94.4
CV 14 x 14 x 0.6	17-20	14.0	0.6	14.0	33.9	85.9	57.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 27.1	1-4	50.0	25.0	27.1	41676	170.1	246.6
DISIP 25 x 22.1	5-8	50.0	25.0	22.1	22384	129.8	188.3
DISIP 25 x 18.4	9-12	50.0	25.0	18.4	13010	94.8	137.5
DISIP 25 x 15.6	13-16	50.0	25.0	15.6	7845	58.1	84.3
DISIP 25 x 13.3	17-20	50.0	25.0	13.3	4940	24.4	35.4

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 75 \beta 75 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 97 x 97 x 3.2	1-5	97.0	3.2	97.0	3.2	1474.2	4188.4
CC 97 x 97 x 2.9	6-9	97.0	2.9	97.0	2.9	1335.7	3782.3
CC 97 x 97 x 2.5	10-13	97.0	2.5	97.0	2.5	1195.2	3373.4
CC 97 x 97 x 2.2	14-17	97.0	2.2	97.0	2.2	1052.8	2961.6
CC 97 x 97 x 1.9	18-20	97.0	1.9	97.0	1.9	908.4	2547.1

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W24x162	1-5	63.5	1.8	32.9	3.1	269.6	198.2
W24x146	6-9	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W24x131	10-13	62.2	1.5	32.7	2.4	213.1	170.7
W24x117	14-17	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0
W24x104	18-20	61.1	1.3	32.4	1.9	166.5	140.6

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 24 x 24 x 1.7	1-4	24.0	1.7	24.0	155.4	393.3	350.0
CV 20 x 20 x 1.1	5-8	20.0	1.1	20.0	84.0	212.4	177.6
CV 18 x 18 x 1	9-12	18.0	1.0	18.0	65.0	164.3	130.5
CV 16 x 16 x 0.8	13-16	16.0	0.8	16.0	48.3	122.1	90.3
CV 13 x 13 x 0.6	17-20	13.0	0.6	13.0	31.4	79.5	49.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 25.1	1-4	50.0	25.0	25.1	32875	216.8	216.8
DISIP 25 x 20.3	5-8	50.0	25.0	20.3	17480	153.6	153.6
DISIP 25 x 18.7	9-12	50.0	25.0	18.7	13694	122.3	122.3
DISIP 25 x 17	13-16	50.0	25.0	17.0	10211	81.8	81.8
DISIP 25 x 14.8	17-20	50.0	25.0	14.8	6704	34.3	34.3

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 75 \beta 75 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 97 x 97 x 3.2	1-5	97.0	3.2	97.0	3.2	1474.2	4188.4
CC 97 x 97 x 2.9	6-9	97.0	2.9	97.0	2.9	1335.7	3782.3
CC 97 x 97 x 2.5	10-13	97.0	2.5	97.0	2.5	1195.2	3373.4
CC 97 x 97 x 2.2	14-17	97.0	2.2	97.0	2.2	1052.8	2961.6
CC 97 x 97 x 1.9	18-20	97.0	1.9	97.0	1.9	908.4	2547.1

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W24x162	1-5	63.5	1.8	32.9	3.1	269.6	198.2
W24x146	6-9	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W24x131	10-13	62.2	1.5	32.7	2.4	213.1	170.7
W24x117	14-17	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0
W24x104	18-20	61.1	1.3	32.4	1.9	166.5	140.6

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 24 x 24 x 1.7	1-4	24.0	1.7	24.0	155.4	393.3	350.0
CV 20 x 20 x 1.1	5-8	20.0	1.1	20.0	84.0	212.4	177.6
CV 18 x 18 x 1	9-12	18.0	1.0	18.0	65.0	164.3	130.5
CV 16 x 16 x 0.8	13-16	16.0	0.8	16.0	48.3	122.1	90.3
CV 13 x 13 x 0.6	17-20	13.0	0.6	13.0	31.4	79.5	49.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 23.2	1-4	50.0	25.0	23.2	25939	166.7	211.7
DISIP 25 x 18.9	5-8	50.0	25.0	18.9	14046	117.7	149.5
DISIP 25 x 17.3	9-12	50.0	25.0	17.3	10794	93.1	118.3
DISIP 25 x 15.7	13-16	50.0	25.0	15.7	8087	62.3	79.2
DISIP 25 x 13.5	17-20	50.0	25.0	13.5	5119	25.8	32.8

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 75 \beta 75 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 97 x 97 x 3.2	1-5	97.0	3.2	97.0	3.2	1474.2	4188.4
CC 97 x 97 x 2.9	6-9	97.0	2.9	97.0	2.9	1335.7	3782.3
CC 97 x 97 x 2.5	10-13	97.0	2.5	97.0	2.5	1195.2	3373.4
CC 97 x 97 x 2.2	14-17	97.0	2.2	97.0	2.2	1052.8	2961.6
CC 97 x 97 x 1.9	18-20	97.0	1.9	97.0	1.9	908.4	2547.1

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W24x162	1-5	63.5	1.8	32.9	3.1	269.6	198.2
W24x146	6-9	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W24x131	10-13	62.2	1.5	32.7	2.4	213.1	170.7
W24x117	14-17	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0
W24x104	18-20	61.1	1.3	32.4	1.9	166.5	140.6

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 24 x 24 x 1.7	1-4	24.0	1.7	24.0	155.4	393.3	350.0
CV 20 x 20 x 1.1	5-8	20.0	1.1	20.0	84.0	212.4	177.6
CV 18 x 18 x 1	9-12	18.0	1.0	18.0	65.0	164.3	130.5
CV 16 x 16 x 0.8	13-16	16.0	0.8	16.0	48.3	122.1	90.3
CV 13 x 13 x 0.6	17-20	13.0	0.6	13.0	31.4	79.5	49.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 22.1	1-4	50.0	25.0	22.1	22384	143.4	207.9
DISIP 25 x 18.1	5-8	50.0	25.0	18.1	12349	101.2	146.8
DISIP 25 x 16.5	9-12	50.0	25.0	16.5	9376	79.7	115.5
DISIP 25 x 14.9	13-16	50.0	25.0	14.9	6923	53.1	77.0
DISIP 25 x 13	17-20	50.0	25.0	13.0	4596	22.4	32.4

Modelo de 25 niveles

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 25 \beta 25 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 100 x 100 x 3.2	1 - 6	100.0	3.2	100.0	3.2	1570.0	4322.3
CC 100 x 100 x 2.9	7 - 11	100.0	2.9	100.0	2.9	1422.2	3902.8
CC 100 x 100 x 2.5	12 - 16	100.0	2.5	100.0	2.5	1272.3	3480.5
CC 100 x 100 x 2.2	17 - 21	100.0	2.2	100.0	2.2	1120.5	3055.4
CC 100 x 100 x 1.9	22 - 25	100.0	1.9	100.0	1.9	966.6	2364.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 27 x 194	1 - 6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7 - 11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12 - 16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17 - 21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22 - 25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 80 x 80 x 14	1 - 5	80.0	14.0	80.0	3689.8	9335.1	9313.2
CV 34 x 34 x 10.2	6 - 10	34.0	10.2	34.0	968.9	2451.2	2267.9
CV 25 x 25 x 6.7	10 - 15	25.0	6.7	25.0	488.9	1237.0	1048.3
CV 22 x 22 x 3.3	16 - 20	22.0	3.3	22.0	248.9	629.8	527.2
CV 18 x 18 x 1.9	21 - 25	18.0	1.9	18.0	122.6	310.3	239.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 49.8	1 - 5	50.0	25.0	49.8	258041	364.9	364.9
DISIP 25 x 31.9	6 - 10	50.0	25.0	31.9	67684	271.7	271.7
DISIP 25 x 25.4	10 - 15	50.0	25.0	25.4	34140	190.5	190.5
DISIP 25 x 20.3	16 - 20	50.0	25.0	20.3	17480	112.8	112.8
DISIP 25 x 16	21 - 25	50.0	25.0	16.0	8587	43.6	43.6

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 25 \beta 25 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 100 x 100 x 3.2	1 - 6	100.0	3.2	100.0	3.2	1570.0	4322.3
CC 100 x 100 x 2.9	7 - 11	100.0	2.9	100.0	2.9	1422.2	3902.8
CC 100 x 100 x 2.5	12 - 16	100.0	2.5	100.0	2.5	1272.3	3480.5
CC 100 x 100 x 2.2	17 - 21	100.0	2.2	100.0	2.2	1120.5	3055.4
CC 100 x 100 x 1.9	22 - 25	100.0	1.9	100.0	1.9	966.6	2364.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 27 x 194	1 - 6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7 - 11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12 - 16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17 - 21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22 - 25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 80 x 80 x 14	1 - 5	80.0	14.0	80.0	3689.8	9335.1	9313.2
CV 34 x 34 x 10.2	6 - 10	34.0	10.2	34.0	968.9	2451.2	2267.9
CV 25 x 25 x 6.7	10 - 15	25.0	6.7	25.0	488.9	1237.0	1048.3
CV 22 x 22 x 3.3	16 - 20	22.0	3.3	22.0	248.9	629.8	527.2
CV 18 x 18 x 1.9	21 - 25	18.0	1.9	18.0	122.6	310.3	239.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 46	1 - 5	50.0	25.0	46.0	203280	288.1	365.8
DISIP 25 x 29.5	6 - 10	50.0	25.0	29.5	53634	210.0	266.7
DISIP 25 x 23.5	10 - 15	50.0	25.0	23.5	27020	146.2	185.7
DISIP 25 x 18.7	16 - 20	50.0	25.0	18.7	13694	85.7	108.8
DISIP 25 x 14.8	21 - 25	50.0	25.0	14.8	6704	32.8	41.6

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 25 \beta 25 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 100 x 100 x 3.2	1 - 6	100.0	3.2	100.0	3.2	1570.0	4322.3
CC 100 x 100 x 2.9	7 - 11	100.0	2.9	100.0	2.9	1422.2	3902.8
CC 100 x 100 x 2.5	12 - 16	100.0	2.5	100.0	2.5	1272.3	3480.5
CC 100 x 100 x 2.2	17 - 21	100.0	2.2	100.0	2.2	1120.5	3055.4
CC 100 x 100 x 1.9	22 - 25	100.0	1.9	100.0	1.9	966.6	2364.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 27 x 194	1 - 6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7 - 11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12 - 16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17 - 21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22 - 25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 80 x 80 x 14	1 - 5	80.0	14.0	80.0	3689.8	9335.1	9313.2
CV 34 x 34 x 10.2	6 - 10	34.0	10.2	34.0	968.9	2451.2	2267.9
CV 25 x 25 x 6.7	10 - 15	25.0	6.7	25.0	488.9	1237.0	1048.3
CV 22 x 22 x 3.3	16 - 20	22.0	3.3	22.0	248.9	629.8	527.2
CV 18 x 18 x 1.9	21 - 25	18.0	1.9	18.0	122.6	310.3	239.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 44.1	1 - 5	50.0	25.0	44.1	179075	252.8	366.5
DISIP 25 x 28.3	6 - 10	50.0	25.0	28.3	47007	179.1	259.7
DISIP 25 x 22.5	10 - 15	50.0	25.0	22.5	23865	126.1	182.9
DISIP 25 x 17.9	16 - 20	50.0	25.0	17.9	12026	73.4	106.5
DISIP 25 x 14.1	21 - 25	50.0	25.0	14.1	5876	27.9	40.5

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 50 \beta 25 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 100 x 100 x 3.2	1 - 6	100.0	3.2	100.0	3.2	1570.0	4322.3
CC 100 x 100 x 2.9	7 - 11	100.0	2.9	100.0	2.9	1422.2	3902.8
CC 100 x 100 x 2.5	12 - 16	100.0	2.5	100.0	2.5	1272.3	3480.5
CC 100 x 100 x 2.2	17 - 21	100.0	2.2	100.0	2.2	1120.5	3055.4
CC 100 x 100 x 1.9	22 - 25	100.0	1.9	100.0	1.9	966.6	2364.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 27 x 194	1 - 6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7 - 11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12 - 16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17 - 21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22 - 25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 69 x 69 x 4.8	1 - 5	69.0	4.8	69.0	1223.7	3096.0	3086.3
CV 40 x 40 x 4.3	6 - 10	40.0	4.3	40.0	612.3	1549.1	1503.3
CV 25 x 25 x 3.7	10 - 15	25.0	3.7	25.0	311.8	788.9	695.3
CV 20 x 20 x 2.2	16 - 20	20.0	2.2	20.0	158.0	399.8	325.8
CV 16 x 16 x 1.3	21 - 25	16.0	1.3	16.0	74.8	189.3	137.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 34.6	1 - 5	50.0	25.0	34.6	86351	319.1	319.1
DISIP 25 x 27.5	6 - 10	50.0	25.0	27.5	43156	248.7	248.7
DISIP 25 x 21.9	10 - 15	50.0	25.0	21.9	21905	169.6	169.6
DISIP 25 x 17.5	16 - 20	50.0	25.0	17.5	11094	97.8	97.8
DISIP 25 x 13.7	21 - 25	50.0	25.0	13.7	5301	36.4	36.4

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 50 \beta 25 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 100 x 100 x 3.2	1 - 6	100.0	3.2	100.0	3.2	1570.0	4322.3
CC 100 x 100 x 2.9	7 - 11	100.0	2.9	100.0	2.9	1422.2	3902.8
CC 100 x 100 x 2.5	12 - 16	100.0	2.5	100.0	2.5	1272.3	3480.5
CC 100 x 100 x 2.2	17 - 21	100.0	2.2	100.0	2.2	1120.5	3055.4
CC 100 x 100 x 1.9	22 - 25	100.0	1.9	100.0	1.9	966.6	2364.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W 27 x 194	1 - 6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7 - 11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12 - 16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17 - 21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22 - 25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 69 x 69 x 4.8	1 - 5	69.0	4.8	69.0	1223.7	3096.0	3086.3
CV 40 x 40 x 4.3	6 - 10	40.0	4.3	40.0	612.3	1549.1	1503.3
CV 25 x 25 x 3.7	10 - 15	25.0	3.7	25.0	311.8	788.9	695.3
CV 20 x 20 x 2.2	16 - 20	20.0	2.2	20.0	158.0	399.8	325.8
CV 16 x 16 x 1.3	21 - 25	16.0	1.3	16.0	74.8	189.3	137.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 31.9	1 - 5	50.0	25.0	31.9	67684	248.3	315.3
DISIP 25 x 25.4	6 - 10	50.0	25.0	25.4	34140	191.1	242.7
DISIP 25 x 20.2	10 - 15	50.0	25.0	20.2	17073	128.5	163.2
DISIP 25 x 16.2	16 - 20	50.0	25.0	16.2	8845	73.8	93.8
DISIP 25 x 12.5	21 - 25	50.0	25.0	12.5	4109	26.9	34.1

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 50 \beta 25 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 100 x 100 x 3.2	1 - 6	100.0	3.2	100.0	3.2	1570.0	4322.3
CC 100 x 100 x 2.9	7 - 11	100.0	2.9	100.0	2.9	1422.2	3902.8
CC 100 x 100 x 2.5	12 - 16	100.0	2.5	100.0	2.5	1272.3	3480.5
CC 100 x 100 x 2.2	17 - 21	100.0	2.2	100.0	2.2	1120.5	3055.4
CC 100 x 100 x 1.9	22 - 25	100.0	1.9	100.0	1.9	966.6	2364.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W 27 x 194	1 - 6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7 - 11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12 - 16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17 - 21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22 - 25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 69 x 69 x 4.8	1 - 5	69.0	4.8	69.0	1223.7	3096.0	3086.3
CV 40 x 40 x 4.3	6 - 10	40.0	4.3	40.0	612.3	1549.1	1503.3
CV 25 x 25 x 3.7	10 - 15	25.0	3.7	25.0	311.8	788.9	695.3
CV 20 x 20 x 2.2	16 - 20	20.0	2.2	20.0	158.0	399.8	325.8
CV 16 x 16 x 1.3	21 - 25	16.0	1.3	16.0	74.8	189.3	137.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 30.5	1 - 5	50.0	25.0	30.5	58993	215.7	312.8
DISIP 25 x 24.3	6 - 10	50.0	25.0	24.3	29852	164.6	238.7
DISIP 25 x 19.4	10 - 15	50.0	25.0	19.4	15135	110.4	160.0
DISIP 25 x 15.4	16 - 20	50.0	25.0	15.4	7607	62.5	90.6
DISIP 25 x 12.1	21 - 25	50.0	25.0	12.1	3659	23.0	33.4

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 75 \beta 25 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 110 x 110 x 3.2	1 - 6	110.0	3.2	110.0	3.2	1910.9	4768.7
CC 110 x 110 x 2.9	7 - 11	110.0	2.9	110.0	2.9	1729.9	4304.6
CC 110 x 110 x 2.5	12 - 16	110.0	2.5	110.0	2.5	1546.8	3837.7
CC 110 x 110 x 2.2	17 - 21	110.0	2.2	110.0	2.2	1361.4	3367.9
CC 110 x 110 x 1.9	22 - 25	110.0	1.9	110.0	1.9	1173.7	2894.1

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W 27 x 194	1 - 6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7 - 11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12 - 16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17 - 21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22 - 25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 28 x 28 x 5.6	1 - 5	28.0	5.6	28.0	498.8	1262.0	1135.0
CV 24 x 24 x 3	6 - 10	24.0	3.0	24.0	253.2	640.5	560.5
CV 20 x 20 x 1.7	10 - 15	20.0	1.7	20.0	127.5	322.6	265.9
CV 15 x 15 x 1.3	16 - 20	15.0	1.3	15.0	69.7	176.5	121.0
CV 12 x 12 x 0.8	21 - 25	12.0	0.8	12.0	35.6	90.0	50.6

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 25.6	1 - 5	50.0	25.0	25.6	34784	285.7	285.7
DISIP 25 x 20.5	6 - 10	50.0	25.0	20.5	17892	205.2	205.2
DISIP 25 x 16.2	10 - 15	50.0	25.0	16.2	8845	127.5	127.5
DISIP 25 x 13.3	16 - 20	50.0	25.0	13.3	4940	72.6	72.6
DISIP 25 x 10.6	21 - 25	50.0	25.0	10.6	2507	27.6	27.6

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 75 \beta 25 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 110 x 110 x 3.2	1 - 6	110.0	3.2	110.0	3.2	1910.9	4768.7
CC 110 x 110 x 2.9	7 - 11	110.0	2.9	110.0	2.9	1729.9	4304.6
CC 110 x 110 x 2.5	12 - 16	110.0	2.5	110.0	2.5	1546.8	3837.7
CC 110 x 110 x 2.2	17 - 21	110.0	2.2	110.0	2.2	1361.4	3367.9
CC 110 x 110 x 1.9	22 - 25	110.0	1.9	110.0	1.9	1173.7	2894.1

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W 27 x 194	1 - 6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7 - 11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12 - 16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17 - 21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22 - 25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 28 x 28 x 5.6	1 - 5	28.0	5.6	28.0	498.8	1262.0	1135.0
CV 24 x 24 x 3	6 - 10	24.0	3.0	24.0	253.2	640.5	560.5
CV 20 x 20 x 1.7	10 - 15	20.0	1.7	20.0	127.5	322.6	265.9
CV 15 x 15 x 1.3	16 - 20	15.0	1.3	15.0	69.7	176.5	121.0
CV 12 x 12 x 0.8	21 - 25	12.0	0.8	12.0	35.6	90.0	50.6

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 23.7	1 - 5	50.0	25.0	23.7	27571	218.8	277.8
DISIP 25 x 18.9	6 - 10	50.0	25.0	18.9	14046	154.2	195.9
DISIP 25 x 15.1	10 - 15	50.0	25.0	15.1	7146	95.3	121.1
DISIP 25 x 12.2	16 - 20	50.0	25.0	12.2	3805	52.7	66.9
DISIP 25 x 9.8	21 - 25	50.0	25.0	9.8	1986	20.3	25.8

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 75 \beta 25 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 110 x 110 x 3.2	1-6	110.0	3.2	110.0	3.2	1910.9	4768.7
CC 110 x 110 x 2.9	7-11	110.0	2.9	110.0	2.9	1729.9	4304.6
CC 110 x 110 x 2.5	12-16	110.0	2.5	110.0	2.5	1546.8	3837.7
CC 110 x 110 x 2.2	17-21	110.0	2.2	110.0	2.2	1361.4	3367.9
CC 110 x 110 x 1.9	22-25	110.0	1.9	110.0	1.9	1173.7	2894.1

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W 27 x 194	1-6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7-11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12-16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17-21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22-25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 28 x 28 x 5.6	1-5	28.0	5.6	28.0	498.8	1262.0	1135.0
CV 24 x 24 x 3	6-10	24.0	3.0	24.0	253.2	640.5	560.5
CV 20 x 20 x 1.7	10-15	20.0	1.7	20.0	127.5	322.6	265.9
CV 15 x 15 x 1.3	16-20	15.0	1.3	15.0	69.7	176.5	121.0
CV 12 x 12 x 0.8	21-25	12.0	0.8	12.0	35.6	90.0	50.6

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 22.7	1-5	50.0	25.0	22.7	24373	188.4	273.1
DISIP 25 x 18.1	6-10	50.0	25.0	18.1	12349	131.9	191.3
DISIP 25 x 14.3	10-15	50.0	25.0	14.3	6076	79.5	115.2
DISIP 25 x 11.7	16-20	50.0	25.0	11.7	3377	44.5	64.5
DISIP 25 x 9.4	21-25	50.0	25.0	9.4	1712	16.8	24.4

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 25 \beta 50 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 100 x 100 x 3.2	1-6	100.0	3.2	100.0	3.2	1570.0	4322.3
CC 100 x 100 x 2.9	7-11	100.0	2.9	100.0	2.9	1422.2	3902.8
CC 100 x 100 x 2.5	12-16	100.0	2.5	100.0	2.5	1272.3	3480.5
CC 100 x 100 x 2.2	17-21	100.0	2.2	100.0	2.2	1120.5	3055.4
CC 100 x 100 x 1.9	22-25	100.0	1.9	100.0	1.9	966.6	2364.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W 27 x 194	1-6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7-11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12-16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17-21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22-25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 70 x 70 x 8.9	1-5	70.0	8.9	70.0	2173.1	5497.9	5475.9
CV 40 x 40 x 8.7	6-10	40.0	8.7	40.0	1092.1	2762.9	2652.3
CV 27 x 27 x 7	10-15	27.0	7.0	27.0	559.2	1414.8	1238.0
CV 24 x 24 x 3.3	16-20	24.0	3.3	24.0	275.6	697.2	607.4
CV 18 x 18 x 2.2	21-25	18.0	2.2	18.0	140.3	354.9	270.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 52.7	1-5	50.0	25.0	52.7	305010	354.3	354.3
DISIP 25 x 41.9	6-10	50.0	25.0	41.9	153360	282.8	282.8
DISIP 25 x 33.5	10-15	50.0	25.0	33.5	78297	201.1	201.1
DISIP 25 x 26.5	16-20	50.0	25.0	26.5	38819	120.7	120.7
DISIP 25 x 21.1	21-25	50.0	25.0	21.1	19609	48.9	48.9

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 25 \beta 50 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 100 x 100 x 3.2	1-6	100.0	3.2	100.0	3.2	1570.0	4322.3
CC 100 x 100 x 2.9	7-11	100.0	2.9	100.0	2.9	1422.2	3902.8
CC 100 x 100 x 2.5	12-16	100.0	2.5	100.0	2.5	1272.3	3480.5
CC 100 x 100 x 2.2	17-21	100.0	2.2	100.0	2.2	1120.5	3055.4
CC 100 x 100 x 1.9	22-25	100.0	1.9	100.0	1.9	966.6	2364.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W 27 x 194	1-6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7-11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12-16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17-21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22-25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 70 x 70 x 8.9	1-5	70.0	8.9	70.0	2173.1	5497.9	5475.9
CV 40 x 40 x 8.7	6-10	40.0	8.7	40.0	1092.1	2762.9	2652.3
CV 27 x 27 x 7	10-15	27.0	7.0	27.0	559.2	1414.8	1238.0
CV 24 x 24 x 3.3	16-20	24.0	3.3	24.0	275.6	697.2	607.4
CV 18 x 18 x 2.2	21-25	18.0	2.2	18.0	140.3	354.9	270.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 48.7	1-5	50.0	25.0	48.7	241165	276.8	351.6
DISIP 25 x 38.7	6-10	50.0	25.0	38.7	121079	220.7	280.3
DISIP 25 x 31	10-15	50.0	25.0	31.0	61802	156.3	198.5
DISIP 25 x 24.4	16-20	50.0	25.0	24.4	30441	93.2	118.4
DISIP 25 x 19.5	21-25	50.0	25.0	19.5	15510	37.6	47.8

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 25 \beta 50 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 100 x 100 x 3.2	1-6	100.0	3.2	100.0	3.2	1570.0	4322.3
CC 100 x 100 x 2.9	7-11	100.0	2.9	100.0	2.9	1422.2	3902.8
CC 100 x 100 x 2.5	12-16	100.0	2.5	100.0	2.5	1272.3	3480.5
CC 100 x 100 x 2.2	17-21	100.0	2.2	100.0	2.2	1120.5	3055.4
CC 100 x 100 x 1.9	22-25	100.0	1.9	100.0	1.9	966.6	2364.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W 27 x 194	1-6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7-11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12-16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17-21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22-25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 70 x 70 x 8.9	1-5	70.0	8.9	70.0	2173.1	5497.9	5475.9
CV 40 x 40 x 8.7	6-10	40.0	8.7	40.0	1092.1	2762.9	2652.3
CV 27 x 27 x 7	10-15	27.0	7.0	27.0	559.2	1414.8	1238.0
CV 24 x 24 x 3.3	16-20	24.0	3.3	24.0	275.6	697.2	607.4
CV 18 x 18 x 2.2	21-25	18.0	2.2	18.0	140.3	354.9	270.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 46.5	1-5	50.0	25.0	46.5	209654	241.2	349.7
DISIP 25 x 37	6-10	50.0	25.0	37.0	105431	192.1	278.5
DISIP 25 x 29.7	10-15	50.0	25.0	29.7	54504	135.8	197.0
DISIP 25 x 23.3	16-20	50.0	25.0	23.3	26476	80.6	116.8
DISIP 25 x 18.7	21-25	50.0	25.0	18.7	13694	32.5	47.2

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 50 \beta 50 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 100 x 100 x 3.2	1 - 6	100.0	3.2	100.0	3.2	1570.0	4322.3
CC 100 x 100 x 2.9	7 - 11	100.0	2.9	100.0	2.9	1422.2	3902.8
CC 100 x 100 x 2.5	12 - 16	100.0	2.5	100.0	2.5	1272.3	3480.5
CC 100 x 100 x 2.2	17 - 21	100.0	2.2	100.0	2.2	1120.5	3055.4
CC 100 x 100 x 1.9	22 - 25	100.0	1.9	100.0	1.9	966.6	2364.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W 27 x 194	1 - 6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7 - 11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12 - 16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17 - 21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22 - 25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 35 x 35 x 6.5	1 - 5	35.0	6.5	35.0	741.8	1876.7	1775.5
CV 25 x 25 x 4.6	6 - 10	25.0	4.6	25.0	375.6	950.3	827.5
CV 22 x 22 x 2.4	10 - 15	22.0	2.4	22.0	186.9	472.8	402.9
CV 18 x 18 x 1.4	16 - 20	18.0	1.4	18.0	94.7	239.6	187.4
CV 14 x 14 x 1	21 - 25	14.0	1.0	14.0	49.7	125.8	82.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 36.8	1 - 5	50.0	25.0	36.8	104079	312.4	312.4
DISIP 25 x 29.4	6 - 10	50.0	25.0	29.4	52773	241.5	241.5
DISIP 25 x 23.3	10 - 15	50.0	25.0	23.3	26476	162.7	162.7
DISIP 25 x 18.6	16 - 20	50.0	25.0	18.6	13349	93.0	93.0
DISIP 25 x 14.9	21 - 25	50.0	25.0	14.9	6923	36.7	36.7

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 50 \beta 50 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 100 x 100 x 3.2	1 - 6	100.0	3.2	100.0	3.2	1570.0	4322.3
CC 100 x 100 x 2.9	7 - 11	100.0	2.9	100.0	2.9	1422.2	3902.8
CC 100 x 100 x 2.5	12 - 16	100.0	2.5	100.0	2.5	1272.3	3480.5
CC 100 x 100 x 2.2	17 - 21	100.0	2.2	100.0	2.2	1120.5	3055.4
CC 100 x 100 x 1.9	22 - 25	100.0	1.9	100.0	1.9	966.6	2364.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W 27 x 194	1 - 6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7 - 11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12 - 16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17 - 21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22 - 25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 35 x 35 x 6.5	1 - 5	35.0	6.5	35.0	741.8	1876.7	1775.5
CV 25 x 25 x 4.6	6 - 10	25.0	4.6	25.0	375.6	950.3	827.5
CV 22 x 22 x 2.4	10 - 15	22.0	2.4	22.0	186.9	472.8	402.9
CV 18 x 18 x 1.4	16 - 20	18.0	1.4	18.0	94.7	239.6	187.4
CV 14 x 14 x 1	21 - 25	14.0	1.0	14.0	49.7	125.8	82.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 34	1 - 5	50.0	25.0	34.0	81685	243.5	309.2
DISIP 25 x 27.1	6 - 10	50.0	25.0	27.1	41676	186.4	236.7
DISIP 25 x 21.4	10 - 15	50.0	25.0	21.4	20507	124.1	157.6
DISIP 25 x 17.1	16 - 20	50.0	25.0	17.1	10500	70.6	89.7
DISIP 25 x 13.8	21 - 25	50.0	25.0	13.8	5489	27.8	35.3

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 50 \beta 50 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 100 x 100 x 3.2	1 - 6	100.0	3.2	100.0	3.2	1570.0	4322.3
CC 100 x 100 x 2.9	7 - 11	100.0	2.9	100.0	2.9	1422.2	3902.8
CC 100 x 100 x 2.5	12 - 16	100.0	2.5	100.0	2.5	1272.3	3480.5
CC 100 x 100 x 2.2	17 - 21	100.0	2.2	100.0	2.2	1120.5	3055.4
CC 100 x 100 x 1.9	22 - 25	100.0	1.9	100.0	1.9	966.6	2364.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W 27 x 194	1 - 6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7 - 11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12 - 16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17 - 21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22 - 25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 35 x 35 x 6.5	1 - 5	35.0	6.5	35.0	741.8	1876.7	1775.5
CV 25 x 25 x 4.6	6 - 10	25.0	4.6	25.0	375.6	950.3	827.5
CV 22 x 22 x 2.4	10 - 15	22.0	2.4	22.0	186.9	472.8	402.9
CV 18 x 18 x 1.4	16 - 20	18.0	1.4	18.0	94.7	239.6	187.4
CV 14 x 14 x 1	21 - 25	14.0	1.0	14.0	49.7	125.8	82.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 32.5	1 - 5	50.0	25.0	32.5	71806	212.2	307.7
DISIP 25 x 25.9	6 - 10	50.0	25.0	25.9	36096	160.9	233.3
DISIP 25 x 20.5	10 - 15	50.0	25.0	20.5	17892	106.6	154.6
DISIP 25 x 16.4	16 - 20	50.0	25.0	16.4	9108	60.3	87.4
DISIP 25 x 13.2	21 - 25	50.0	25.0	13.2	4766	23.7	34.4

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 75 \beta 50 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 110 x 110 x 3.2	1 - 6	110.0	3.2	110.0	3.2	1910.9	4768.7
CC 110 x 110 x 2.9	7 - 11	110.0	2.9	110.0	2.9	1729.9	4304.6
CC 110 x 110 x 2.5	12 - 16	110.0	2.5	110.0	2.5	1546.8	3837.7
CC 110 x 110 x 2.2	17 - 21	110.0	2.2	110.0	2.2	1361.4	3367.9
CC 110 x 110 x 1.9	22 - 25	110.0	1.9	110.0	1.9	1173.7	2894.1

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W 27 x 194	1 - 6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7 - 11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12 - 16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17 - 21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22 - 25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 23 x 23 x 4	1 - 5	23.0	4.0	23.0	302.1	764.4	646.9
CV 21 x 21 x 2.1	6 - 10	21.0	2.1	21.0	156.3	395.5	331.7
CV 18 x 18 x 1.7	10 - 15	18.0	1.7	18.0	113.5	287.2	222.4
CV 15 x 15 x 1.6	16 - 20	15.0	1.6	15.0	85.2	215.5	145.2
CV 12 x 12 x 0.8	21 - 25	12.0	0.8	12.0	35.6	90.0	50.6

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 27.3	1 - 5	50.0	25.0	27.3	42412	275.5	275.5
DISIP 25 x 21.9	6 - 10	50.0	25.0	21.9	21905	191.8	191.8
DISIP 25 x 19.7	10 - 15	50.0	25.0	19.7	15892	143.0	143.0
DISIP 25 x 17.9	16 - 20	50.0	25.0	17.9	12026	96.2	96.2
DISIP 25 x 13.3	21 - 25	50.0	25.0	13.3	4940	31.2	31.2

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 75 \beta 50 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 110 x 110 x 3.2	1-6	110.0	3.2	110.0	3.2	1910.9	4768.7
CC 110 x 110 x 2.9	7-11	110.0	2.9	110.0	2.9	1729.9	4304.6
CC 110 x 110 x 2.5	12-16	110.0	2.5	110.0	2.5	1546.8	3837.7
CC 110 x 110 x 2.2	17-21	110.0	2.2	110.0	2.2	1361.4	3367.9
CC 110 x 110 x 1.9	22-25	110.0	1.9	110.0	1.9	1173.7	2894.1

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W 27 x 194	1-6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7-11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12-16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17-21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22-25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 23 x 23 x 4	1-5	23.0	4.0	23.0	302.1	764.4	646.9
CV 21 x 21 x 2.1	6-10	21.0	2.1	21.0	156.3	395.5	331.7
CV 18 x 18 x 1.7	10-15	18.0	1.7	18.0	113.5	287.2	222.4
CV 15 x 15 x 1.6	16-20	15.0	1.6	15.0	85.2	215.5	145.2
CV 12 x 12 x 0.8	21-25	12.0	0.8	12.0	35.6	90.0	50.6

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 25.2	1-5	50.0	25.0	25.2	33504	211.5	268.6
DISIP 25 x 20.3	6-10	50.0	25.0	20.3	17480	146.0	185.5
DISIP 25 x 18.3	10-15	50.0	25.0	18.3	12676	108.6	137.9
DISIP 25 x 16.5	16-20	50.0	25.0	16.5	9376	72.6	92.1
DISIP 25 x 12.4	21-25	50.0	25.0	12.4	3955	23.6	30.0

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 75 \beta 50 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 110 x 110 x 3.2	1-6	110.0	3.2	110.0	3.2	1910.9	4768.7
CC 110 x 110 x 2.9	7-11	110.0	2.9	110.0	2.9	1729.9	4304.6
CC 110 x 110 x 2.5	12-16	110.0	2.5	110.0	2.5	1546.8	3837.7
CC 110 x 110 x 2.2	17-21	110.0	2.2	110.0	2.2	1361.4	3367.9
CC 110 x 110 x 1.9	22-25	110.0	1.9	110.0	1.9	1173.7	2894.1

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W 27 x 194	1-6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7-11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12-16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17-21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22-25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 23 x 23 x 4	1-5	23.0	4.0	23.0	302.1	764.4	646.9
CV 21 x 21 x 2.1	6-10	21.0	2.1	21.0	156.3	395.5	331.7
CV 18 x 18 x 1.7	10-15	18.0	1.7	18.0	113.5	287.2	222.4
CV 15 x 15 x 1.6	16-20	15.0	1.6	15.0	85.2	215.5	145.2
CV 12 x 12 x 0.8	21-25	12.0	0.8	12.0	35.6	90.0	50.6

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 24.1	1-5	50.0	25.0	24.1	29271	182.4	264.5
DISIP 25 x 19.4	6-10	50.0	25.0	19.4	15135	124.8	180.9
DISIP 25 x 17.5	10-15	50.0	25.0	17.5	11094	92.9	134.7
DISIP 25 x 15.9	16-20	50.0	25.0	15.9	8335	62.3	90.3
DISIP 25 x 11.7	21-25	50.0	25.0	11.7	3377	19.9	28.8

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 25 \beta 75 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 100 x 100 x 3.2	1-6	100.0	3.2	100.0	3.2	1570.0	4322.3
CC 100 x 100 x 2.9	7-11	100.0	2.9	100.0	2.9	1422.2	3902.8
CC 100 x 100 x 2.5	12-16	100.0	2.5	100.0	2.5	1272.3	3480.5
CC 100 x 100 x 2.2	17-21	100.0	2.2	100.0	2.2	1120.5	3055.4
CC 100 x 100 x 1.9	22-25	100.0	1.9	100.0	1.9	966.6	2364.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W 27 x 194	1-6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7-11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12-16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17-21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22-25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 70 x 70 x 6.8	1-5	70.0	6.8	70.0	1725.0	4364.1	4349.2
CV 40 x 40 x 6.5	6-10	40.0	6.5	40.0	871.9	2206.0	2129.6
CV 25 x 25 x 5.7	10-15	25.0	5.7	25.0	440.9	1115.4	957.1
CV 20 x 20 x 3.3	16-20	20.0	3.3	20.0	222.2	562.3	445.4
CV 18 x 18 x 1.7	21-25	18.0	1.7	18.0	113.5	287.2	222.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 55.9	1-5	50.0	25.0	55.9	363520	348.4	348.4
DISIP 25 x 44.5	6-10	50.0	25.0	44.5	182968	278.7	278.7
DISIP 25 x 35.4	10-15	50.0	25.0	35.4	92430	197.7	197.7
DISIP 25 x 28.3	16-20	50.0	25.0	28.3	47007	119.1	119.1
DISIP 25 x 22.5	21-25	50.0	25.0	22.5	23865	48.4	48.4

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 25 \beta 75 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 100 x 100 x 3.2	1-6	100.0	3.2	100.0	3.2	1570.0	4322.3
CC 100 x 100 x 2.9	7-11	100.0	2.9	100.0	2.9	1422.2	3902.8
CC 100 x 100 x 2.5	12-16	100.0	2.5	100.0	2.5	1272.3	3480.5
CC 100 x 100 x 2.2	17-21	100.0	2.2	100.0	2.2	1120.5	3055.4
CC 100 x 100 x 1.9	22-25	100.0	1.9	100.0	1.9	966.6	2364.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W 27 x 194	1-6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7-11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12-16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17-21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22-25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 70 x 70 x 6.8	1-5	70.0	6.8	70.0	1725.0	4364.1	4349.2
CV 40 x 40 x 6.5	6-10	40.0	6.5	40.0	871.9	2206.0	2129.6
CV 25 x 25 x 5.7	10-15	25.0	5.7	25.0	440.9	1115.4	957.1
CV 20 x 20 x 3.3	16-20	20.0	3.3	20.0	222.2	562.3	445.4
CV 18 x 18 x 1.7	21-25	18.0	1.7	18.0	113.5	287.2	222.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 51.6	1-5	50.0	25.0	51.6	286121	272.4	346.0
DISIP 25 x 41.1	6-10	50.0	25.0	41.1	144810	217.8	276.6
DISIP 25 x 32.7	10-15	50.0	25.0	32.7	72862	153.9	195.5
DISIP 25 x 26	16-20	50.0	25.0	26.0	36765	92.3	117.3
DISIP 25 x 20.8	21-25	50.0	25.0	20.8	18738	37.3	47.4

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 25 \beta 75 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 100 x 100 x 3.2	1 - 6	100.0	3.2	100.0	3.2	1570.0	4322.3
CC 100 x 100 x 2.9	7 - 11	100.0	2.9	100.0	2.9	1422.2	3902.8
CC 100 x 100 x 2.5	12 - 16	100.0	2.5	100.0	2.5	1272.3	3480.5
CC 100 x 100 x 2.2	17 - 21	100.0	2.2	100.0	2.2	1120.5	3055.4
CC 100 x 100 x 1.9	22 - 25	100.0	1.9	100.0	1.9	966.6	2364.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W 27 x 194	1 - 6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7 - 11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12 - 16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17 - 21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22 - 25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 70 x 70 x 6.8	1 - 5	70.0	6.8	70.0	1725.0	4364.1	4349.2
CV 40 x 40 x 6.5	6 - 10	40.0	6.5	40.0	871.9	2206.0	2129.6
CV 25 x 25 x 5.7	10 - 15	25.0	5.7	25.0	440.9	1115.4	957.1
CV 20 x 20 x 3.3	16 - 20	20.0	3.3	20.0	222.2	562.3	445.4
CV 18 x 18 x 1.7	21 - 25	18.0	1.7	18.0	113.5	287.2	222.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 49.4	1 - 5	50.0	25.0	49.4	250715	237.0	343.7
DISIP 25 x 39.4	6 - 10	50.0	25.0	39.4	127132	189.8	275.2
DISIP 25 x 31.3	10 - 15	50.0	25.0	31.3	63723	133.8	194.0
DISIP 25 x 24.9	16 - 20	50.0	25.0	24.9	32255	80.1	116.1
DISIP 25 x 20	21 - 25	50.0	25.0	20.0	16673	32.4	46.9

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 50 \beta 75 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 100 x 100 x 3.2	1 - 6	100.0	3.2	100.0	3.2	1570.0	4322.3
CC 100 x 100 x 2.9	7 - 11	100.0	2.9	100.0	2.9	1422.2	3902.8
CC 100 x 100 x 2.5	12 - 16	100.0	2.5	100.0	2.5	1272.3	3480.5
CC 100 x 100 x 2.2	17 - 21	100.0	2.2	100.0	2.2	1120.5	3055.4
CC 100 x 100 x 1.9	22 - 25	100.0	1.9	100.0	1.9	966.6	2364.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W 27 x 194	1 - 6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7 - 11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12 - 16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17 - 21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22 - 25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 35 x 35 x 4.8	1 - 5	35.0	4.8	35.0	576.0	1457.3	1388.3
CV 25 x 25 x 3.3	6 - 10	25.0	3.3	25.0	288.9	731.0	646.9
CV 20 x 20 x 2.1	10 - 15	20.0	2.1	20.0	148.1	374.6	306.4
CV 18 x 18 x 1.1	16 - 20	18.0	1.1	18.0	75.1	189.9	150.1
CV 13 x 13 x 0.8	21 - 25	13.0	0.8	13.0	38.8	98.0	60.3

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 38.7	1 - 5	50.0	25.0	38.7	121079	309.7	309.7
DISIP 25 x 30.8	6 - 10	50.0	25.0	30.8	60856	236.4	236.4
DISIP 25 x 24.6	10 - 15	50.0	25.0	24.6	31038	159.5	159.5
DISIP 25 x 19.7	16 - 20	50.0	25.0	19.7	15892	90.9	90.9
DISIP 25 x 15.7	21 - 25	50.0	25.0	15.7	8087	35.3	35.3

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 50 \beta 75 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 100 x 100 x 3.2	1 - 6	100.0	3.2	100.0	3.2	1570.0	4322.3
CC 100 x 100 x 2.9	7 - 11	100.0	2.9	100.0	2.9	1422.2	3902.8
CC 100 x 100 x 2.5	12 - 16	100.0	2.5	100.0	2.5	1272.3	3480.5
CC 100 x 100 x 2.2	17 - 21	100.0	2.2	100.0	2.2	1120.5	3055.4
CC 100 x 100 x 1.9	22 - 25	100.0	1.9	100.0	1.9	966.6	2364.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W 27 x 194	1 - 6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7 - 11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12 - 16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17 - 21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22 - 25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 35 x 35 x 4.8	1 - 5	35.0	4.8	35.0	576.0	1457.3	1388.3
CV 25 x 25 x 3.3	6 - 10	25.0	3.3	25.0	288.9	731.0	646.9
CV 20 x 20 x 2.1	10 - 15	20.0	2.1	20.0	148.1	374.6	306.4
CV 18 x 18 x 1.1	16 - 20	18.0	1.1	18.0	75.1	189.9	150.1
CV 13 x 13 x 0.8	21 - 25	13.0	0.8	13.0	38.8	98.0	60.3

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 35.7	1 - 5	50.0	25.0	35.7	94940	241.7	306.9
DISIP 25 x 28.4	6 - 10	50.0	25.0	28.4	47803	182.8	232.2
DISIP 25 x 22.7	10 - 15	50.0	25.0	22.7	24373	122.5	155.6
DISIP 25 x 18.1	16 - 20	50.0	25.0	18.1	12349	69.3	88.0
DISIP 25 x 14.6	21 - 25	50.0	25.0	14.6	6490	27.1	34.4

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 50 \beta 75 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 100 x 100 x 3.2	1 - 6	100.0	3.2	100.0	3.2	1570.0	4322.3
CC 100 x 100 x 2.9	7 - 11	100.0	2.9	100.0	2.9	1422.2	3902.8
CC 100 x 100 x 2.5	12 - 16	100.0	2.5	100.0	2.5	1272.3	3480.5
CC 100 x 100 x 2.2	17 - 21	100.0	2.2	100.0	2.2	1120.5	3055.4
CC 100 x 100 x 1.9	22 - 25	100.0	1.9	100.0	1.9	966.6	2364.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W 27 x 194	1 - 6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7 - 11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12 - 16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17 - 21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22 - 25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 35 x 35 x 4.8	1 - 5	35.0	4.8	35.0	576.0	1457.3	1388.3
CV 25 x 25 x 3.3	6 - 10	25.0	3.3	25.0	288.9	731.0	646.9
CV 20 x 20 x 2.1	10 - 15	20.0	2.1	20.0	148.1	374.6	306.4
CV 18 x 18 x 1.1	16 - 20	18.0	1.1	18.0	75.1	189.9	150.1
CV 13 x 13 x 0.8	21 - 25	13.0	0.8	13.0	38.8	98.0	60.3

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 34.3	1 - 5	50.0	25.0	34.3	83997	210.8	305.6
DISIP 25 x 27.1	6 - 10	50.0	25.0	27.1	41676	158.2	229.4
DISIP 25 x 21.7	10 - 15	50.0	25.0	21.7	21432	105.8	153.4
DISIP 25 x 17.3	16 - 20	50.0	25.0	17.3	10794	59.5	86.2
DISIP 25 x 14	21 - 25	50.0	25.0	14.0	5680	23.2	33.7

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 75 \beta 75 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 110 x 110 x 3.2	1- 6	110.0	3.2	110.0	3.2	1910.9	4768.7
CC 110 x 110 x 2.9	7- 11	110.0	2.9	110.0	2.9	1729.9	4304.6
CC 110 x 110 x 2.5	12- 16	110.0	2.5	110.0	2.5	1546.8	3837.6
CC 110 x 110 x 2.2	17- 21	110.0	2.2	110.0	2.2	1361.4	3367.8
CC 110 x 110 x 1.9	22- 25	110.0	1.9	110.0	1.9	1173.7	2895.2

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W 27 x 194	1- 6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7- 11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12- 16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17- 21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22- 25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 24 x 24 x 2.7	1- 5	24.0	2.7	24.0	229.9	581.8	511.3
CV 22 x 22 x 2.4	6- 10	22.0	2.4	22.0	186.9	472.8	402.9
CV 18 x 18 x 2.1	10- 15	18.0	2.1	18.0	131.6	332.8	255.0
CV 15 x 15 x 1.7	16- 20	15.0	1.7	15.0	92.6	234.2	156.4
CV 13 x 13 x 1	21- 25	13.0	1.0	13.0	45.9	116.1	70.5

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 28.6	1- 5	50.0	25.0	28.6	48609	250.2	250.2
DISIP 25 x 26.7	6- 10	50.0	25.0	26.7	39521	216.5	216.5
DISIP 25 x 23.7	10- 15	50.0	25.0	23.7	27571	166.7	166.7
DISIP 25 x 21.1	16- 20	50.0	25.0	21.1	19609	102.1	102.1
DISIP 25 x 16.7	21- 25	50.0	25.0	16.7	9649	38.4	38.4

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 75 \beta 75 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 110 x 110 x 3.2	1- 6	110.0	3.2	110.0	3.2	1910.9	4768.7
CC 110 x 110 x 2.9	7- 11	110.0	2.9	110.0	2.9	1729.9	4304.6
CC 110 x 110 x 2.5	12- 16	110.0	2.5	110.0	2.5	1546.8	3837.6
CC 110 x 110 x 2.2	17- 21	110.0	2.2	110.0	2.2	1361.4	3367.8
CC 110 x 110 x 1.9	22- 25	110.0	1.9	110.0	1.9	1173.7	2895.2

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W 27 x 194	1- 6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7- 11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12- 16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17- 21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22- 25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 24 x 24 x 2.7	1- 5	24.0	2.7	24.0	229.9	581.8	511.3
CV 22 x 22 x 2.4	6- 10	22.0	2.4	22.0	186.9	472.8	402.9
CV 18 x 18 x 2.1	10- 15	18.0	2.1	18.0	131.6	332.8	255.0
CV 15 x 15 x 1.7	16- 20	15.0	1.7	15.0	92.6	234.2	156.4
CV 13 x 13 x 1	21- 25	13.0	1.0	13.0	45.9	116.1	70.5

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 26.4	1- 5	50.0	25.0	26.4	38126	193.2	245.3
DISIP 25 x 24.6	6- 10	50.0	25.0	24.6	31038	166.5	211.4
DISIP 25 x 21.9	10- 15	50.0	25.0	21.9	21905	120.4	152.9
DISIP 25 x 19.5	16- 20	50.0	25.0	19.5	15510	78.3	99.4
DISIP 25 x 15.4	21- 25	50.0	25.0	15.4	7607	29.3	37.3

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 75 \beta 75 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 110 x 110 x 3.2	1- 6	110.0	3.2	110.0	3.2	1910.9	4768.7
CC 110 x 110 x 2.9	7- 11	110.0	2.9	110.0	2.9	1729.9	4304.6
CC 110 x 110 x 2.5	12- 16	110.0	2.5	110.0	2.5	1546.8	3837.6
CC 110 x 110 x 2.2	17- 21	110.0	2.2	110.0	2.2	1361.4	3367.8
CC 110 x 110 x 1.9	22- 25	110.0	1.9	110.0	1.9	1173.7	2895.2

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W 27 x 194	1- 6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7- 11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12- 16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17- 21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22- 25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 24 x 24 x 2.7	1- 5	24.0	2.7	24.0	229.9	581.8	511.3
CV 22 x 22 x 2.4	6- 10	22.0	2.4	22.0	186.9	472.8	402.9
CV 18 x 18 x 2.1	10- 15	18.0	2.1	18.0	131.6	332.8	255.0
CV 15 x 15 x 1.7	16- 20	15.0	1.7	15.0	92.6	234.2	156.4
CV 13 x 13 x 1	21- 25	13.0	1.0	13.0	45.9	116.1	70.5

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 25.2	1- 5	50.0	25.0	25.2	33504	166.8	241.9
DISIP 25 x 23.5	6- 10	50.0	25.0	23.5	27020	143.5	208.1
DISIP 25 x 21	10- 15	50.0	25.0	21.0	19170	103.8	150.5
DISIP 25 x 18.6	16- 20	50.0	25.0	18.6	13349	67.1	97.3
DISIP 25 x 14.8	21- 25	50.0	25.0	14.8	6704	25.3	36.7

E.2. Tablas de secciones transversales para marcos de acero con disipadores de energía histeréticos para $\theta = 45^\circ$

Modelo de 5 niveles

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 25 \beta 25 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 44 x 44 x 1.6	1 - 3	44.0	1.6	44.0	1.6	150.6	946.7
CC 44 x 44 x 1.1	4 - 5	44.0	1.1	44.0	1.1	107.8	670.1

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W16x50	1 - 3	41.3	1.0	18.0	1.6	53.0	71.4
W16x40	4 - 5	40.7	0.8	17.8	1.3	42.0	57.5

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 23.5 x 23.5 x 1.9	1 - 2	23.5	1.9	23.5	164.6	416.3	356.8
CV 21 x 21 x 1	3 - 5	21.0	1.0	21.0	76.4	193.2	160.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 16.4	1 - 2	50.0	25.0	16.4	9108	62.7	62.7
DISIP 25 x 12.7	3 - 5	50.0	25.0	12.7	4267	44.5	44.5

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 25 \beta 25 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 44 x 44 x 1.6	1 - 3	44.0	1.6	44.0	1.6	150.6	946.7
CC 44 x 44 x 1.1	4 - 5	44.0	1.1	44.0	1.1	107.8	670.1

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W18x50	1 - 3	41.3	1.0	18.0	1.6	53.0	71.4
W18x40	4 - 5	40.7	0.8	17.8	1.3	42.0	57.5

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 23.5 x 23.5 x 1.9	1 - 3	23.5	1.9	23.5	164.6	416.3	356.8
CV 21 x 21 x 1	4 - 5	21.0	1.0	21.0	76.4	193.2	160.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 15.1	1 - 2	50.0	25.0	15.1	7146	48.8	62.0
DISIP 25 x 11.7	3 - 5	50.0	25.0	11.7	3377	34.1	43.3

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 25 \beta 25 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 44 x 44 x 1.6	1 - 3	44.0	1.6	44.0	1.6	150.6	946.7
CC 44 x 44 x 1.1	4 - 5	44.0	1.1	44.0	1.1	107.8	670.1

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W16x50	1 - 3	41.3	1.0	18.0	1.6	53.0	71.4
W16x40	4 - 5	40.7	0.8	17.8	1.3	42.0	57.5

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 23.5 x 23.5 x 1.9	1 - 3	23.5	1.9	23.5	164.6	416.3	356.8
CV 21 x 21 x 1	4 - 5	21.0	1.0	21.0	76.4	193.2	160.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 14.4	1 - 2	50.0	25.0	14.4	6281	42.4	61.5
DISIP 25 x 11.3	3 - 5	50.0	25.0	11.3	2983	29.4	42.6

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 50 \beta 25 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 46 x 46 x 1.6	1 - 3	46.0	1.6	46.0	1.6	165.2	991.3
CC 46 x 46 x 1.1	4 - 5	46.0	1.1	46.0	1.1	118.1	701.3

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x44	1 - 3	52.5	0.9	16.5	1.1	54.9	86.4
W18x40	4 - 5	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 15.5 x 15.5 x 1.1	1 - 2	15.5	1.1	15.5	64.0	161.8	107.9
CV 13 x 13 x 0.6	3 - 5	13.0	0.6	13.0	31.4	79.5	45.6

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 11.9	1 - 2	50.0	25.0	11.9	3516	54.4	54.4
DISIP 25 x 9.4	3 - 5	50.0	25.0	9.4	1712	34.2	34.2

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 50 \beta 2.5 - K_2 = 3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 46 x 46 x 1.6	1 - 3	46.0	1.6	46.0	1.6	165.2	991.3
CC 46 x 46 x 1.1	4 - 5	46.0	1.1	46.0	1.1	118.1	701.3

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x44	1 - 3	52.5	0.9	16.5	1.1	54.9	86.4
W18x40	4 - 5	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 15 x 15 x 1.1	1 - 2	15.0	1.1	15.0	61.7	156.2	100.9
CV 13 x 13 x 0.6	3 - 5	13.0	0.6	13.0	31.4	79.5	45.6

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 11	1 - 2	50.0	25.0	11.0	2738	41.2	52.4
DISIP 25 x 8.7	3 - 5	50.0	25.0	8.7	1387	25.8	32.7

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 50 \beta 2.5 - K_2 = 5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 46 x 46 x 1.6	1 - 3	46.0	1.6	46.0	1.6	165.2	991.3
CC 46 x 46 x 1.1	4 - 5	46.0	1.1	46.0	1.1	118.1	701.3

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x44	1 - 3	52.5	0.9	16.5	1.1	54.9	86.4
W18x40	4 - 5	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 15 x 15 x 1.1	1 - 3	15.0	1.1	15.0	61.7	156.2	100.9
CV 12.5 x 12.5 x 0.6	4 - 5	12.5	0.6	12.5	30.1	76.2	41.8

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 10.5	1 - 2	50.0	25.0	10.5	2396	35.5	51.5
DISIP 25 x 8.3	3 - 5	50.0	25.0	8.3	1172	21.6	31.3

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 75 \beta 2.5 - K_2 = 0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 65 x 65 x 2.7	1 - 3	65.0	2.7	65.0	2.7	552.6	2364.0
CC 65 x 65 x 1.7	4 - 5	65.0	1.7	65.0	1.7	368.5	1553.0

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x50	1 - 3	52.9	1.0	16.6	1.4	63.4	94.1
W18x40	4 - 5	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 20 x 20 x 0.8	1 - 2	20.0	0.8	20.0	61.0	154.3	125.2
CV 15 x 15 x 0.5	3 - 5	15.0	0.5	15.0	27.7	70.0	47.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 11.7	1 - 2	50.0	25.0	11.7	3377	47.0	47.0
DISIP 25 x 9	3 - 5	50.0	25.0	9.0	1544	27.3	27.3

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 75 \beta 2.5 - K_2 = 3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 65 x 65 x 2.7	1 - 3	65.0	2.7	65.0	2.7	552.6	2364.0
CC 65 x 65 x 1.7	4 - 5	65.0	1.7	65.0	1.7	368.5	1553.0

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x50	1 - 3	52.9	1.0	16.6	1.4	63.4	94.1
W18x40	4 - 5	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 19.5 x 19.5 x 0.8	1 - 3	19.5	0.8	19.5	59.4	150.3	120.3
CV 15 x 15 x 0.5	4 - 5	15.0	0.5	15.0	27.7	70.0	47.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 10.8	1 - 2	50.0	25.0	10.8	2621	37.0	47.0
DISIP 25 x 8.4	3 - 5	50.0	25.0	8.4	1241	21.5	27.3

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 75 \beta 25 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 65 x 65 x 2.7	1 - 3	65.0	2.7	65.0	2.7	552.6	2364.0
CC 65 x 65 x 1.7	4 - 5	65.0	1.7	65.0	1.7	368.5	1553.0

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x50	1 - 3	52.9	1.0	16.6	1.4	63.4	94.1
W18x40	4 - 5	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 19.5 x 19.5 x 0.8	1 - 3	19.5	0.8	19.5	59.4	150.3	120.3
CV 15 x 15 x 0.5	4 - 5	15.0	0.5	15.0	27.7	70.0	47.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 10.3	1 - 2	50.0	25.0	10.3	2289	32.4	47.0
DISIP 25 x 7.9	3 - 5	50.0	25.0	7.9	1042	18.8	27.3

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 25 \beta 50 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 44 x 44 x 1.6	1 - 3	44.0	1.6	44.0	1.6	150.6	946.7
CC 44 x 44 x 1.1	4 - 5	44.0	1.1	44.0	1.1	107.8	670.1

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W16x50	1 - 3	41.3	1.0	18.0	1.6	53.0	71.4
W16x36	4 - 5	40.3	0.8	17.7	1.1	36.9	55.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 20 x 20 x 1.3	1 - 3	20.0	1.3	20.0	95.1	240.7	192.9
CV 16 x 16 x 0.8	4 - 5	16.0	0.8	16.0	48.3	122.1	85.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 17.1	1 - 2	50.0	25.0	17.1	10500	61.3	61.3
DISIP 25 x 13.7	3 - 5	50.0	25.0	13.7	5301	43.9	43.9

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 25 \beta 50 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 44 x 44 x 1.6	1 - 3	44.0	1.6	44.0	1.6	150.6	946.7
CC 44 x 44 x 1.1	4 - 5	44.0	1.1	44.0	1.1	107.8	670.1

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W16x50	1 - 3	41.3	1.0	18.0	1.6	53.0	71.4
W16x36	4 - 5	40.3	0.8	17.7	1.1	36.9	55.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 20 x 20 x 1.3	1 - 3	20.0	1.3	20.0	95.1	240.7	192.9
CV 16 x 16 x 0.8	4 - 5	16.0	0.8	16.0	48.3	122.1	85.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 15.9	1 - 2	50.0	25.0	15.9	8335	47.8	60.7
DISIP 25 x 12.7	3 - 5	50.0	25.0	12.7	4267	33.9	43.0

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 25 \beta 50 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 44 x 44 x 1.6	1 - 3	44.0	1.6	44.0	1.6	150.6	946.7
CC 44 x 44 x 1.1	4 - 5	44.0	1.1	44.0	1.1	107.8	670.1

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W16x50	1 - 3	41.3	1.0	18.0	1.6	53.0	71.4
W16x36	4 - 5	40.3	0.8	17.7	1.1	36.9	55.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 20 x 20 x 1.3	1 - 3	20.0	1.3	20.0	95.1	240.7	192.9
CV 16 x 16 x 0.8	4 - 5	16.0	0.8	16.0	48.3	122.1	85.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 15.2	1 - 2	50.0	25.0	15.2	7374	45.8	66.4
DISIP 25 x 12.1	3 - 5	50.0	25.0	12.1	3659	32.1	46.5

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 50 \beta 50 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 46 x 46 x 1.6	1 - 3	46.0	1.6	46.0	1.6	165.2	991.3
CC 46 x 46 x 1.1	4 - 5	46.0	1.1	46.0	1.1	118.1	701.3

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x44	1 - 3	52.5	0.9	16.5	1.1	54.9	86.4
W18x40	4 - 5	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 16 x 16 x 0.6	1 - 3	16.0	0.6	16.0	39.0	98.7	69.4
CV 14.5 x 14.5 x 0.5	4 - 5	14.5	0.5	14.5	26.7	67.6	43.9

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 12.7	1 - 2	50.0	25.0	12.7	4267	51.4	51.4
DISIP 25 x 11.3	3 - 5	50.0	25.0	11.3	2983	37.8	37.8

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 50 \beta 50 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 46 x 46 x 1.6	1 - 3	46.0	1.6	46.0	1.6	165.2	991.3
CC 46 x 46 x 1.1	4 - 5	46.0	1.1	46.0	1.1	118.1	701.3

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x44	1 - 3	52.5	0.9	16.5	1.1	54.9	86.4
W18x40	4 - 5	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 16 x 16 x 0.6	1 - 3	16.0	0.6	16.0	39.0	98.7	69.4
CV 14 x 14 x 0.5	4 - 5	14.0	0.5	14.0	25.8	65.2	41.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 11.7	1 - 2	50.0	25.0	11.7	3377	39.6	50.3
DISIP 25 x 10.3	3 - 5	50.0	25.0	10.3	2289	28.4	36.1

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 50 \beta 50 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 46 x 46 x 1.6	1 - 3	46.0	1.6	46.0	1.6	165.2	0.0
CC 46 x 46 x 1.1	4 - 5	46.0	1.1	46.0	1.1	118.1	0.0

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
0	1 - 3	52.5	0.9	16.5	1.1	54.9	86.4
0	4 - 5	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 16 x 16 x 0.6	1 - 3	16.0	0.6	16.0	39.0	98.7	69.4
CV 14 x 14 x 0.5	4 - 5	14.0	0.5	14.0	25.8	65.2	41.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 11.3	1 - 2	50.0	25.0	11.3	2983	34.2	49.5
DISIP 25 x 9.8	3 - 5	50.0	25.0	9.8	1986	24.3	35.3

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 75 \beta 50 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 65 x 65 x 2.7	1 - 3	65.0	2.7	65.0	2.7	552.6	2364.0
CC 65 x 65 x 1.7	4 - 5	65.0	1.7	65.0	1.7	368.5	1553.0

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x50	1 - 3	52.9	1.0	16.6	1.4	63.4	94.1
W18x40	4 - 5	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 12.5 x 12.5 x 0.8	1 - 3	12.5	0.8	12.5	37.2	94.0	50.8
CV 11.5 x 11.5 x 0.6	4 - 5	11.5	0.6	11.5	27.6	69.8	34.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 12.5	1 - 2	50.0	25.0	12.5	4109	41.8	41.8
DISIP 25 x 11.4	3 - 5	50.0	25.0	11.4	3111	33.9	33.9

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 75 \beta 50 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 65 x 65 x 2.7	1-3	65.0	2.7	65.0	2.7	552.6	2364.0
CC 65 x 65 x 1.7	4-5	65.0	1.7	65.0	1.7	368.5	1553.0

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x50	1-3	52.9	1.0	16.6	1.4	63.4	94.1
W18x40	4-5	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 12.5 x 12.5 x 0.8	1-3	12.5	0.8	12.5	37.2	94.0	50.8
CV 11.5 x 11.5 x 0.6	4-5	11.5	0.6	11.5	27.6	69.8	34.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 11.6	1-2	50.0	25.0	11.6	3242	31.6	40.1
DISIP 25 x 10.5	3-5	50.0	25.0	10.5	2396	25.5	32.3

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 75 \beta 50 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 65 x 65 x 2.7	1-3	65.0	2.7	65.0	2.7	552.6	2364.0
CC 65 x 65 x 1.7	4-5	65.0	1.7	65.0	1.7	368.5	1553.0

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x50	1-3	52.9	1.0	16.6	1.4	63.4	94.1
W18x40	4-5	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 12.5 x 12.5 x 0.8	1-3	12.5	0.8	12.5	37.2	94.0	50.8
CV 11.5 x 11.5 x 0.6	4-5	11.5	0.6	11.5	27.6	69.8	34.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 11.1	1-2	50.0	25.0	11.1	2859	27.0	39.2
DISIP 25 x 10	3-5	50.0	25.0	10.0	2084	21.7	31.4

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 25 \beta 75 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 50 x 50 x 1.6	1-3	50.0	1.6	50.0	1.6	196.2	1080.6
CC 50 x 50 x 1.1	4-5	50.0	1.1	50.0	1.1	140.1	763.8

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W16x50	1-3	41.3	1.0	18.0	1.6	53.0	71.4
W16x36	4-5	40.3	0.8	17.7	1.1	36.9	55.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 16.5 x 16.5 x 1.6	1-3	16.5	1.6	16.5	94.7	239.6	165.0
CV 16 x 16 x 0.8	4-5	16.0	0.8	16.0	48.3	122.1	85.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 19.7	1-2	50.0	25.0	19.7	15892	61.8	61.8
DISIP 25 x 15.7	3-5	50.0	25.0	15.7	8087	44.3	44.3

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 25 \beta 75 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 50 x 50 x 1.6	1-3	50.0	1.6	50.0	1.6	196.2	1080.6
CC 50 x 50 x 1.1	4-5	50.0	1.1	50.0	1.1	140.1	763.8

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W16x50	1-3	41.3	1.0	18.0	1.6	53.0	71.4
W16x36	4-5	40.3	0.8	17.7	1.1	36.9	55.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 16 x 16 x 1.6	1-3	16.0	1.6	16.0	91.5	231.5	155.0
CV 16 x 16 x 0.8	4-5	16.0	0.8	16.0	48.3	122.1	85.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 17.9	1-2	50.0	25.0	17.9	12026	48.0	61.0
DISIP 25 x 14.4	3-5	50.0	25.0	14.4	6281	34.4	43.7

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 25 \beta 75 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 50 x 50 x 1.6	1 - 3	50.0	1.6	50.0	1.6	196.2	1080.6
CC 50 x 50 x 1.1	4 - 5	50.0	1.1	50.0	1.1	140.1	763.8

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W16x50	1 - 3	41.3	1.0	18.0	1.6	53.0	71.4
W16x36	4 - 5	40.3	0.8	17.7	1.1	36.9	55.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 16 x 16 x 1.6	1 - 3	16.0	1.6	16.0	91.5	231.5	155.0
CV 16 x 16 x 0.8	4 - 5	16.0	0.8	16.0	48.3	122.1	85.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 17.1	1 - 2	50.0	25.0	17.1	10500	41.8	60.7
DISIP 25 x 13.8	3 - 5	50.0	25.0	13.8	5489	29.8	43.2

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 50 \beta 75 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 51 x 51 x 1.7	1 - 3	51.0	1.7	51.0	1.7	223.5	1209.3
CC 51 x 51 x 1.3	4 - 5	51.0	1.3	51.0	1.3	165.6	888.0

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x44	1 - 3	52.5	0.9	16.5	1.1	54.9	86.4
W18x40	4 - 5	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 15.5 x 15.5 x 0.6	1 - 2	15.5	0.6	15.5	37.8	95.5	65.4
CV 14.5 x 14.5 x 0.5	3 - 5	14.5	0.5	14.5	26.7	67.6	43.9

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 14.4	1 - 2	50.0	25.0	14.4	6281	51.6	51.6
DISIP 25 x 12.9	3 - 5	50.0	25.0	12.9	4430	38.6	38.6

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 50 \beta 75 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 51 x 51 x 1.7	1 - 3	51.0	1.7	51.0	1.7	223.5	1209.3
CC 51 x 51 x 1.3	4 - 5	51.0	1.3	51.0	1.3	165.6	888.0

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x44	1 - 3	52.5	0.9	16.5	1.1	54.9	86.4
W18x40	4 - 5	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 15.5 x 15.5 x 0.6	1 - 3	15.5	0.6	15.5	37.8	95.5	65.4
CV 14.5 x 14.5 x 0.5	4 - 5	14.5	0.5	14.5	26.7	67.6	43.9

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 13.3	1 - 2	50.0	25.0	13.3	4940	39.8	50.5
DISIP 25 x 11.9	3 - 5	50.0	25.0	11.9	3516	29.7	37.7

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 50 \beta 75 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 51 x 51 x 1.7	1 - 3	51.0	1.7	51.0	1.7	223.5	1209.3
CC 51 x 51 x 1.3	4 - 5	51.0	1.3	51.0	1.3	165.6	888.0

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x44	1 - 3	52.5	0.9	16.5	1.1	54.9	86.4
W18x40	4 - 5	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 15.2 x 15.2 x 0.6	1 - 3	15.2	0.6	15.2	37.0	93.6	63.0
CV 14.2 x 14.2 x 0.5	4 - 5	14.2	0.5	14.2	26.1	66.1	42.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 12.7	1 - 2	50.0	25.0	12.7	4267	34.3	49.7
DISIP 25 x 11.3	3 - 5	50.0	25.0	11.3	2983	25.4	36.8

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 75 \beta 75 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 70 x 70 x 2.9	1-3	70.0	2.9	70.0	2.9	679.6	2697.5
CC 70 x 70 x 1.9	4-5	70.0	1.9	70.0	1.9	465.9	1823.9

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x50	1-3	52.9	1.0	16.6	1.4	63.4	94.1
W18x40	4-5	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 14.5 x 14.5 x 0.6	1-3	14.5	0.6	14.5	35.2	89.1	57.4
CV 12 x 12 x 0.6	4-5	12.0	0.6	12.0	28.9	73.0	38.1

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 14.1	1-2	50.0	25.0	14.1	5876	40.7	40.7
DISIP 25 x 13.2	3-5	50.0	25.0	13.2	4766	35.6	35.6

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 75 \beta 75 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 70 x 70 x 2.9	1-3	70.0	2.9	70.0	2.9	679.6	2697.5
CC 70 x 70 x 1.9	4-5	70.0	1.9	70.0	1.9	465.9	1823.9

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x50	1-3	52.9	1.0	16.6	1.4	63.4	94.1
W18x40	4-5	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 14.5 x 14.5 x 0.6	1-3	14.5	0.6	14.5	35.2	89.1	57.4
CV 12 x 12 x 0.6	4-5	12.0	0.6	12.0	28.9	73.0	38.1

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 13	1-2	50.0	25.0	13.0	4596	30.9	39.2
DISIP 25 x 12.2	3-5	50.0	25.0	12.2	3805	27.3	34.6

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M5 \alpha 75 \beta 75 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 70 x 70 x 2.9	1-3	70.0	2.9	70.0	2.9	679.6	2697.5
CC 70 x 70 x 1.9	4-5	70.0	1.9	70.0	1.9	465.9	1823.9

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x50	1-3	52.9	1.0	16.6	1.4	63.4	94.1
W18x40	4-5	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 14.5 x 14.5 x 0.6	1-2	14.5	0.6	14.5	35.2	89.1	57.4
CV 12 x 12 x 0.6	3-5	12.0	0.6	12.0	28.9	73.0	38.1

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 12.5	1-2	50.0	25.0	12.5	4109	26.6	38.5
DISIP 25 x 11.7	3-5	50.0	25.0	11.7	3377	23.4	33.9

Modelo de 10 niveles

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 25 \beta 25 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 58 x 58 x 1.9	1 - 4	58.0	1.9	58.0	1.9	316.2	1491.1
CC 58 x 58 x 1.4	5 - 7	58.0	1.4	58.0	1.4	241.1	1128.1
CC 58 x 58 x 1.1	8-10	58.0	1.1	58.0	1.1	189.6	882.4

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W16x56	1 - 4	41.5	1.0	26.0	1.7	74.9	73.7
W16x57	5 - 7	41.7	1.1	18.1	1.8	60.5	80.2
W16x40	8-10	40.7	0.8	17.8	1.3	42.0	57.5

CONTRAVENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 26.5 x 26.5 x 3.8	1 - 3	26.5	3.8	26.5	345.8	874.9	766.5
CV 22 x 22 x 2.1	4 - 6	22.0	2.1	22.0	164.6	416.4	344.9
CV 20 x 20 x 1	7-10	20.0	1.0	20.0	72.6	183.6	148.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 21	1 - 3	50.0	25.0	21.0	19170	130.3	130.3
DISIP 25 x 16.4	4 - 6	50.0	25.0	16.4	9108	104.7	104.7
DISIP 25 x 12.4	7-10	50.0	25.0	12.4	3955	64.1	64.1

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 25 \beta 25 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 58 x 58 x 1.9	1 - 4	58.0	1.9	58.0	1.9	316.2	1491.1
CC 58 x 58 x 1.4	5 - 7	58.0	1.4	58.0	1.4	241.1	1128.1
CC 58 x 58 x 1.1	8-10	58.0	1.1	58.0	1.1	189.6	882.4

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W16x56	1 - 4	41.5	1.0	26.0	1.7	74.9	73.7
W16x57	5 - 7	41.7	1.1	18.1	1.8	60.5	80.2
W16x40	8-10	40.7	0.8	17.8	1.3	42.0	57.5

CONTRAVENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 26.5 x 26.5 x 3.8	1 - 3	26.5	3.8	26.5	345.8	874.9	766.5
CV 22 x 22 x 2.1	4 - 6	22.0	2.1	22.0	164.6	416.4	344.9
CV 20 x 20 x 1	7-10	20.0	1.0	20.0	72.6	183.6	148.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 19.4	1 - 3	50.0	25.0	19.4	15135	102.2	129.8
DISIP 25 x 15.1	4 - 6	50.0	25.0	15.1	7146	80.6	102.3
DISIP 25 x 11.4	7-10	50.0	25.0	11.4	3111	48.8	61.9

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 25 \beta 25 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 58 x 58 x 1.9	1 - 4	58.0	1.9	58.0	1.9	316.2	1491.1
CC 58 x 58 x 1.4	5 - 7	58.0	1.4	58.0	1.4	241.1	1128.1
CC 58 x 58 x 1.1	8-10	58.0	1.1	58.0	1.1	189.6	882.4

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W16x56	1 - 4	41.5	1.0	26.0	1.7	74.9	73.7
W16x57	5 - 7	41.7	1.1	18.1	1.8	60.5	80.2
W16x40	8-10	40.7	0.8	17.8	1.3	42.0	57.5

CONTRAVENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 26.5 x 26.5 x 3.8	1 - 3	26.5	3.8	26.5	345.8	874.9	766.5
CV 22 x 22 x 2.1	4 - 6	22.0	2.1	22.0	164.6	416.4	344.9
CV 20 x 20 x 1	7-10	20.0	1.0	20.0	72.6	183.6	148.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 18.6	1 - 3	50.0	25.0	18.6	13349	89.3	129.5
DISIP 25 x 14.4	4 - 6	50.0	25.0	14.4	6281	69.6	100.9
DISIP 25 x 11	7-10	50.0	25.0	11.0	2738	41.8	60.7

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 50 \beta 25 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 58 x 58 x 1.7	1 - 4	58.0	1.7	58.0	1.7	291.5	1371.2
CC 58 x 58 x 1.4	5 - 7	58.0	1.4	58.0	1.4	241.1	1128.2
CC 58 x 58 x 1.1	8-10	58.0	1.1	58.0	1.1	189.6	882.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x62	1 - 4	53.3	1.0	20.9	1.6	83.0	99.0
W18x55	5 - 7	46.0	1.0	19.1	1.6	64.5	81.9
W18x40	8-10	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 21 x 21 x 1.6	1 - 3	21.0	1.6	21.0	123.3	311.9	254.8
CV 18 x 18 x 0.6	4 - 6	18.0	0.6	18.0	44.1	111.6	85.5
CV 17 x 17 x 0.5	7-10	17.0	0.5	17.0	31.5	79.6	59.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 14.9	1 - 3	50.0	25.0	14.9	6923	121.0	121.0
DISIP 25 x 10.5	4 - 6	50.0	25.0	10.5	2396	76.1	76.1
DISIP 25 x 9.4	7-10	50.0	25.0	9.4	1712	52.7	52.7

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 50 \beta 25 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 58 x 58 x 1.7	1 - 4	58.0	1.7	58.0	1.7	291.5	1371.2
CC 58 x 58 x 1.4	5 - 7	58.0	1.4	58.0	1.4	241.1	1128.2
CC 58 x 58 x 1.1	8-10	58.0	1.1	58.0	1.1	189.6	882.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W21x62	1 - 4	53.3	1.0	20.9	1.6	83.0	99.0
W18x55	5 - 7	46.0	1.0	19.1	1.6	64.5	81.9
W18x40	8-10	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 20.5 x 20.5 x 1.6	1 - 3	20.5	1.6	20.5	120.1	303.8	244.9
CV 18 x 18 x 0.6	4 - 6	18.0	0.6	18.0	44.1	111.6	85.5
CV 17 x 17 x 0.5	7-10	17.0	0.5	17.0	31.5	79.6	59.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 13.7	1 - 3	50.0	25.0	13.7	5301	92.6	117.6
DISIP 25 x 9.7	4 - 6	50.0	25.0	9.7	1892	57.2	72.7
DISIP 25 x 8.7	7-10	50.0	25.0	8.7	1387	39.8	50.6

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 50 \beta 25 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 58 x 58 x 1.7	1 - 4	58.0	1.7	58.0	1.7	291.5	1371.2
CC 58 x 58 x 1.4	5 - 7	58.0	1.4	58.0	1.4	241.1	1128.2
CC 58 x 58 x 1.1	8-10	58.0	1.1	58.0	1.1	189.6	882.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W21x62	1 - 4	53.3	1.0	20.9	1.6	83.0	99.0
W18x55	5 - 7	46.0	1.0	19.1	1.6	64.5	81.9
W18x40	8-10	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 20.5 x 20.5 x 1.6	1 - 3	20.5	1.6	20.5	120.1	303.8	244.9
CV 18 x 18 x 0.6	4 - 6	18.0	0.6	18.0	44.1	111.6	85.5
CV 17 x 17 x 0.5	7-10	17.0	0.5	17.0	31.5	79.6	59.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 13	1 - 3	50.0	25.0	13.0	4596	79.5	115.3
DISIP 25 x 9.4	4 - 6	50.0	25.0	9.4	1712	49.3	71.5
DISIP 25 x 8.3	7-10	50.0	25.0	8.3	1172	33.3	48.3

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 75 \beta 25 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 78 x 78 x 2.2	1 - 4	78.0	2.2	78.0	2.2	673.1	2364.7
CC 78 x 78 x 1.9	5 - 7	78.0	1.9	78.0	1.9	581.7	2035.4
CC 78 x 78 x 1.6	8-10	78.0	1.6	78.0	1.6	488.8	1703.3

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 24x68	1 - 4	60.3	1.1	22.8	1.5	101.9	116.4
W 21x68	5 - 7	53.7	1.1	21.0	1.7	92.2	105.8
W 21x50	8-10	52.9	1.0	16.6	1.4	63.4	94.1

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 22.5 x 22.5 x 1.1	1 - 3	22.5	1.1	22.5	95.1	240.5	205.1
CV 17.5 x 17.5 x 0.6	4 - 6	17.5	0.6	17.5	42.8	108.4	81.5
CV 16 x 16 x 0.5	7-10	16.0	0.5	16.0	29.6	74.8	53.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 13.7	1 - 3	50.0	25.0	13.7	5301	107.6	107.6
DISIP 25 x 10.5	4 - 6	50.0	25.0	10.5	2396	65.9	65.9
DISIP 25 x 9.2	7-10	50.0	25.0	9.2	1626	42.5	42.5

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 75 \beta 25 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 78 x 78 x 2.2	1 - 4	78.0	2.2	78.0	2.2	673.1	2364.7
CC 78 x 78 x 1.9	5 - 7	78.0	1.9	78.0	1.9	581.7	2035.4
CC 78 x 78 x 1.6	8-10	78.0	1.6	78.0	1.6	488.8	1703.3

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 24x68	1 - 4	60.3	1.1	22.8	1.5	101.9	116.4
W 21x68	5 - 7	53.7	1.1	21.0	1.7	92.2	105.8
W 21x50	8-10	52.9	1.0	16.6	1.4	63.4	94.1

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 22 x 22 x 1.1	1 - 3	22.0	1.1	22.0	92.9	234.9	198.4
CV 17.5 x 17.5 x 0.6	4 - 6	17.5	0.6	17.5	42.8	108.4	81.5
CV 16 x 16 x 0.5	7-10	16.0	0.5	16.0	29.6	74.8	53.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 12.5	1 - 3	50.0	25.0	12.5	4109	80.5	102.2
DISIP 25 x 9.7	4 - 6	50.0	25.0	9.7	1892	48.9	62.1
DISIP 25 x 8.6	7-10	50.0	25.0	8.6	1312	31.6	40.2

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 75 \beta 25 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 78 x 78 x 2.2	1 - 4	78.0	2.2	78.0	2.2	673.1	2364.7
CC 78 x 78 x 1.9	5 - 7	78.0	1.9	78.0	1.9	581.7	2035.4
CC 78 x 78 x 1.6	8-10	78.0	1.6	78.0	1.6	488.8	1703.3

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 24x68	1 - 4	60.3	1.1	22.8	1.5	101.9	116.4
W 21x68	5 - 7	53.7	1.1	21.0	1.7	92.2	105.8
W 21x50	8-10	52.9	1.0	16.6	1.4	63.4	94.1

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 22 x 22 x 1.1	1 - 3	22.0	1.1	22.0	92.9	234.9	198.4
CV 17.5 x 17.5 x 0.6	4 - 6	17.5	0.6	17.5	42.8	108.4	81.5
CV 16 x 16 x 0.5	7-10	16.0	0.5	16.0	29.6	74.8	53.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 11.9	1 - 3	50.0	25.0	11.9	3516	68.2	98.8
DISIP 25 x 9.2	4 - 6	50.0	25.0	9.2	1626	41.0	59.5
DISIP 25 x 8.1	7-10	50.0	25.0	8.1	1106	26.2	38.0

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 25 \beta 50 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 58 x 58 x 1.9	1 - 4	58.0	1.9	58.0	1.9	316.2	1491.1
CC 58 x 58 x 1.4	5 - 7	58.0	1.4	58.0	1.4	241.1	1128.1
CC 58 x 58 x 1.1	8-10	58.0	1.1	58.0	1.1	189.6	882.4

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W16x67	1 - 4	41.5	1.0	26.0	1.7	74.9	73.7
W16x57	5 - 7	41.7	1.1	18.1	1.8	60.5	80.2
W16x40	8-10	40.7	0.8	17.8	1.3	42.0	57.5

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 25 x 25 x 2.2	1 - 3	25.0	2.2	25.0	202.5	512.3	448.0
CV 20 x 20 x 1.3	4 - 6	20.0	1.3	20.0	95.1	240.7	192.9
CV 18 x 18 x 0.6	7-10	18.0	0.6	18.0	44.1	111.6	85.5

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 22.1	1 - 3	50.0	25.0	22.1	22384	129.1	129.1
DISIP 25 x 17.1	4 - 6	50.0	25.0	17.1	10500	101.3	101.3
DISIP 25 x 13.3	7-10	50.0	25.0	13.3	4940	62.7	62.7

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 25 \beta 50 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 58 x 58 x 1.9	1 - 4	58.0	1.9	58.0	1.9	316.2	1491.1
CC 58 x 58 x 1.4	5 - 7	58.0	1.4	58.0	1.4	241.1	1128.1
CC 58 x 58 x 1.1	8-10	58.0	1.1	58.0	1.1	189.6	882.4

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W16x67	1 - 4	41.5	1.0	26.0	1.7	74.9	73.7
W16x57	5 - 7	41.7	1.1	18.1	1.8	60.5	80.2
W16x40	8-10	40.7	0.8	17.8	1.3	42.0	57.5

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 25 x 25 x 2.2	1 - 3	25.0	2.2	25.0	202.5	512.3	448.0
CV 20 x 20 x 1.3	4 - 6	20.0	1.3	20.0	95.1	240.7	192.9
CV 18 x 18 x 0.6	7-10	18.0	0.6	18.0	44.1	111.6	85.5

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 20.5	1 - 3	50.0	25.0	20.5	17892	101.3	128.7
DISIP 25 x 15.9	4 - 6	50.0	25.0	15.9	8335	78.3	99.5
DISIP 25 x 12.2	7-10	50.0	25.0	12.2	3805	47.9	60.8

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 25 \beta 50 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 58 x 58 x 1.9	1 - 4	58.0	1.9	58.0	1.9	316.2	1491.1
CC 58 x 58 x 1.4	5 - 7	58.0	1.4	58.0	1.4	241.1	1128.1
CC 58 x 58 x 1.1	8-10	58.0	1.1	58.0	1.1	189.6	882.4

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W16x67	1 - 4	41.5	1.0	26.0	1.7	74.9	73.7
W16x57	5 - 7	41.7	1.1	18.1	1.8	60.5	80.2
W16x40	8-10	40.7	0.8	17.8	1.3	42.0	57.5

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 25 x 25 x 2.2	1 - 3	25.0	2.2	25.0	202.5	512.3	448.0
CV 20 x 20 x 1.3	4 - 6	20.0	1.3	20.0	95.1	240.7	192.9
CV 18 x 18 x 0.6	7-10	18.0	0.6	18.0	44.1	111.6	85.5

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 19.5	1 - 3	50.0	25.0	19.5	15510	88.4	128.1
DISIP 25 x 15.2	4 - 6	50.0	25.0	15.2	7374	67.9	98.5
DISIP 25 x 11.7	7-10	50.0	25.0	11.7	3377	41.3	59.9

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 50 \beta 50 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 58 x 58 x 1.7	1 - 4	58.0	1.7	58.0	1.7	291.5	1371.2
CC 58 x 58 x 1.4	5 - 7	58.0	1.4	58.0	1.4	241.1	1128.2
CC 58 x 58 x 1.1	8-10	58.0	1.1	58.0	1.1	189.6	882.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x62	1 - 4	53.3	1.0	20.9	1.6	83.0	99.0
W18x55	5 - 7	46.0	1.0	19.1	1.6	64.5	81.9
W18x40	8-10	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 20.5 x 20.5 x 1	1 - 3	20.5	1.0	20.5	74.5	188.4	154.3
CV 19 x 19 x 0.6	4 - 6	19.0	0.6	19.0	46.6	118.0	93.5
CV 18 x 18 x 0.5	7-10	18.0	0.5	18.0	33.4	84.5	65.1

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 15.9	1 - 3	50.0	25.0	15.9	8335	110.6	110.6
DISIP 25 x 13.5	4 - 6	50.0	25.0	13.5	5119	85.0	85.0
DISIP 25 x 12.1	7-10	50.0	25.0	12.1	3659	59.6	59.6

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 50 \beta 50 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 58 x 58 x 1.7	1 - 4	58.0	1.7	58.0	1.7	291.5	1371.2
CC 58 x 58 x 1.4	5 - 7	58.0	1.4	58.0	1.4	241.1	1128.2
CC 58 x 58 x 1.1	8-10	58.0	1.1	58.0	1.1	189.6	882.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x62	1 - 4	53.3	1.0	20.9	1.6	83.0	99.0
W18x55	5 - 7	46.0	1.0	19.1	1.6	64.5	81.9
W18x40	8-10	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 20.5 x 20.5 x 1	1 - 3	20.5	1.0	20.5	74.5	188.4	154.3
CV 19 x 19 x 0.6	4 - 6	19.0	0.6	19.0	46.6	118.0	93.5
CV 18 x 18 x 0.5	7-10	18.0	0.5	18.0	33.4	84.5	65.1

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 14.6	1 - 3	50.0	25.0	14.6	6490	85.2	108.3
DISIP 25 x 12.5	4 - 6	50.0	25.0	12.5	4109	65.6	83.3
DISIP 25 x 11.1	7-10	50.0	25.0	11.1	2859	45.4	57.7

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 50 \beta 50 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 58 x 58 x 1.7	1 - 4	58.0	1.7	58.0	1.7	291.5	1371.2
CC 58 x 58 x 1.4	5 - 7	58.0	1.4	58.0	1.4	241.1	1128.2
CC 58 x 58 x 1.1	8-10	58.0	1.1	58.0	1.1	189.6	882.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x62	1 - 4	53.3	1.0	20.9	1.6	83.0	99.0
W18x55	5 - 7	46.0	1.0	19.1	1.6	64.5	81.9
W18x40	8-10	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 20.5 x 20.5 x 1	1 - 3	20.5	1.0	20.5	74.5	188.4	154.3
CV 19 x 19 x 0.6	4 - 6	19.0	0.6	19.0	46.6	118.0	93.5
CV 18 x 18 x 0.5	7-10	18.0	0.5	18.0	33.4	84.5	65.1

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 14	1 - 3	50.0	25.0	14.0	5680	73.8	107.1
DISIP 25 x 11.9	4 - 6	50.0	25.0	11.9	3516	56.3	81.6
DISIP 25 x 10.6	7-10	50.0	25.0	10.6	2507	39.1	56.7

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 75 \beta 50 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 78 x 78 x 2.2	1 - 4	78.0	2.2	78.0	2.2	673.1	2364.7
CC 78 x 78 x 1.9	5 - 7	78.0	1.9	78.0	1.9	581.7	2035.4
CC 78 x 78 x 1.6	8-10	78.0	1.6	78.0	1.6	488.8	1703.3

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W 24x68	1 - 4	60.3	1.1	22.8	1.5	101.9	116.4
W 21x68	5 - 7	53.7	1.1	21.0	1.7	92.2	105.8
W 21x50	8-10	52.9	1.0	16.6	1.4	63.4	94.1

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 23 x 23 x 0.6	1 - 3	23.0	0.6	23.0	56.8	143.7	124.7
CV 17 x 17 x 0.6	4 - 6	17.0	0.6	17.0	41.6	105.2	77.4
CV 15 x 15 x 0.5	7-10	15.0	0.5	15.0	27.7	70.0	47.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 14.4	1 - 3	50.0	25.0	14.4	6281	95.9	95.9
DISIP 25 x 13	4 - 6	50.0	25.0	13.0	4596	76.8	76.8
DISIP 25 x 11.4	7-10	50.0	25.0	11.4	3111	48.0	48.0

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 75 \beta 50 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 78 x 78 x 2.2	1 - 4	78.0	2.2	78.0	2.2	673.1	2364.7
CC 78 x 78 x 1.9	5 - 7	78.0	1.9	78.0	1.9	581.7	2035.4
CC 78 x 78 x 1.6	8-10	78.0	1.6	78.0	1.6	488.8	1703.3

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 24x68	1 - 4	60.3	1.1	22.8	1.5	101.9	116.4
W 21x68	5 - 7	53.7	1.1	21.0	1.7	92.2	105.8
W 21x50	8-10	52.9	1.0	16.6	1.4	63.4	94.1

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 23 x 23 x 0.6	1 - 3	23.0	0.6	23.0	56.8	143.7	124.7
CV 17 x 17 x 0.6	4 - 6	17.0	0.6	17.0	41.6	105.2	77.4
CV 15 x 15 x 0.5	7-10	15.0	0.5	15.0	27.7	70.0	47.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 13.3	1 - 3	50.0	25.0	13.3	4940	72.8	92.5
DISIP 25 x 12.1	4 - 6	50.0	25.0	12.1	3659	58.4	74.1
DISIP 25 x 10.5	7-10	50.0	25.0	10.5	2396	36.0	45.7

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 75 \beta 50 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 78 x 78 x 2.2	1 - 4	78.0	2.2	78.0	2.2	673.1	2364.7
CC 78 x 78 x 1.9	5 - 7	78.0	1.9	78.0	1.9	581.7	2035.4
CC 78 x 78 x 1.6	8-10	78.0	1.6	78.0	1.6	488.8	1703.3

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 24x68	1 - 4	60.3	1.1	22.8	1.5	101.9	116.4
W 21x68	5 - 7	53.7	1.1	21.0	1.7	92.2	105.8
W 21x50	8-10	52.9	1.0	16.6	1.4	63.4	94.1

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 23 x 23 x 0.6	1 - 3	23.0	0.6	23.0	56.8	143.7	124.7
CV 17 x 17 x 0.6	4 - 6	17.0	0.6	17.0	41.6	105.2	77.4
CV 15 x 15 x 0.5	7-10	15.0	0.5	15.0	27.7	70.0	47.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 12.9	1 - 3	50.0	25.0	12.9	4430	62.7	90.9
DISIP 25 x 11.6	4 - 6	50.0	25.0	11.6	3242	50.0	72.5
DISIP 25 x 10	7-10	50.0	25.0	10.0	2084	30.5	44.3

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 25 \beta 75 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 64 x 64 x 2.1	1 - 4	64.0	2.1	64.0	2.1	417.6	1609.3
CC 64 x 64 x 1.6	5 - 7	64.0	1.6	64.0	1.6	326.1	1386.3
CC 64 x 64 x 1.3	8-10	64.0	1.3	64.0	1.3	263.5	1114.8

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W16x67	1 - 4	41.5	1.0	26.0	1.7	74.9	73.7
W16x57	5 - 7	41.7	1.1	18.1	1.8	60.5	80.2
W16x40	8-10	40.7	0.8	17.8	1.3	42.0	57.5

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 24.5 x 24.5 x 2.4	1 - 3	24.5	2.4	24.5	210.7	533.0	461.4
CV 20.5 x 20.5 x 1.3	4 - 6	20.5	1.3	20.5	97.7	247.2	200.8
CV 18 x 18 x 0.6	7-10	18.0	0.6	18.0	44.1	111.6	85.5

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 25.6	1 - 3	50.0	25.0	25.6	34784	131.7	131.7
DISIP 25 x 19.8	4 - 6	50.0	25.0	19.8	16279	103.5	103.5
DISIP 25 x 15.2	7-10	50.0	25.0	15.2	7374	63.9	63.9

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 25 \beta 75 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 64 x 64 x 2.1	1 - 4	64.0	2.1	64.0	2.1	417.6	1609.3
CC 64 x 64 x 1.6	5 - 7	64.0	1.6	64.0	1.6	326.1	1386.3
CC 64 x 64 x 1.3	8-10	64.0	1.3	64.0	1.3	263.5	1114.8

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W16x67	1 - 4	41.5	1.0	26.0	1.7	74.9	73.7
W16x57	5 - 7	41.7	1.1	18.1	1.8	60.5	80.2
W16x40	8-10	40.7	0.8	17.8	1.3	42.0	57.5

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 24 x 24 x 2.4	1 - 3	24.0	2.4	24.0	205.9	521.0	447.1
CV 20.5 x 20.5 x 1.3	4 - 6	20.5	1.3	20.5	97.7	247.2	200.8
CV 18 x 18 x 0.6	7-10	18.0	0.6	18.0	44.1	111.6	85.5

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 23.5	1 - 3	50.0	25.0	23.5	27020	103.0	130.9
DISIP 25 x 18.3	4 - 6	50.0	25.0	18.3	12676	80.4	102.2
DISIP 25 x 14.1	7-10	50.0	25.0	14.1	5876	49.4	62.8

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 25 \beta 75 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 64 x 64 x 2.1	1 - 4	64.0	2.1	64.0	2.1	417.6	1609.3
CC 64 x 64 x 1.6	5 - 7	64.0	1.6	64.0	1.6	326.1	1386.3
CC 64 x 64 x 1.3	8-10	64.0	1.3	64.0	1.3	263.5	1114.8

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W16x67	1 - 4	41.5	1.0	26.0	1.7	74.9	73.7
W16x57	5 - 7	41.7	1.1	18.1	1.8	60.5	80.2
W16x40	8-10	40.7	0.8	17.8	1.3	42.0	57.5

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 24 x 24 x 2.4	1 - 3	24.0	2.4	24.0	205.9	521.0	447.1
CV 20.5 x 20.5 x 1.3	4 - 6	20.5	1.3	20.5	97.7	247.2	200.8
CV 18 x 18 x 0.6	7-10	18.0	0.6	18.0	44.1	111.6	85.5

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 22.5	1 - 3	50.0	25.0	22.5	23865	90.2	130.7
DISIP 25 x 17.5	4 - 6	50.0	25.0	17.5	11094	69.8	101.2
DISIP 25 x 13.5	7-10	50.0	25.0	13.5	5119	42.7	62.0

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 50 \beta 75 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 63.5 x 63.5 x 1.9	1 - 4	63.5	1.9	63.5	1.9	381.2	1641.5
CC 63.5 x 63.5 x 1.6	5 - 7	63.5	1.6	63.5	1.6	320.9	1375.0
CC 63.5 x 63.5 x 1.3	8-10	63.5	1.3	63.5	1.3	259.3	1105.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x62	1 - 4	53.3	1.0	20.9	1.6	83.0	99.0
W18x55	5 - 7	46.0	1.0	19.1	1.6	64.5	81.9
W18x40	8-10	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 23.5 x 23.5 x 0.8	1 - 3	23.5	0.8	23.5	72.1	182.4	159.1
CV 19 x 19 x 0.6	4 - 6	19.0	0.6	19.0	46.6	118.0	93.5
CV 18 x 18 x 0.5	7-10	18.0	0.5	18.0	33.4	84.5	65.1

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 17.9	1 - 3	50.0	25.0	17.9	12026	112.6	112.6
DISIP 25 x 15.6	4 - 6	50.0	25.0	15.6	7845	88.9	88.9
DISIP 25 x 13.8	7-10	50.0	25.0	13.8	5489	61.6	61.6

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 50 \beta 75 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 63.5 x 63.5 x 1.9	1 - 4	63.5	1.9	63.5	1.9	381.2	1641.5
CC 63.5 x 63.5 x 1.6	5 - 7	63.5	1.6	63.5	1.6	320.9	1375.0
CC 63.5 x 63.5 x 1.3	8-10	63.5	1.3	63.5	1.3	259.3	1105.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x62	1 - 4	53.3	1.0	20.9	1.6	83.0	99.0
W18x55	5 - 7	46.0	1.0	19.1	1.6	64.5	81.9
W18x40	8-10	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 23.5 x 23.5 x 0.8	1 - 3	23.5	0.8	23.5	72.1	182.4	159.1
CV 19 x 19 x 0.6	4 - 6	19.0	0.6	19.0	46.6	118.0	93.5
CV 18 x 18 x 0.5	7-10	18.0	0.5	18.0	33.4	84.5	65.1

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 16.5	1 - 3	50.0	25.0	16.5	9376	87.4	111.0
DISIP 25 x 14.3	4 - 6	50.0	25.0	14.3	6076	68.4	86.8
DISIP 25 x 12.9	7-10	50.0	25.0	12.9	4430	47.7	60.6

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 50 \beta 75 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 63.5 x 63.5 x 1.9	1 - 4	63.5	1.9	63.5	1.9	381.2	1641.5
CC 63.5 x 63.5 x 1.6	5 - 7	63.5	1.6	63.5	1.6	320.9	1375.0
CC 63.5 x 63.5 x 1.3	8-10	63.5	1.3	63.5	1.3	259.3	1105.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W21x62	1 - 4	53.3	1.0	20.9	1.6	83.0	99.0
W18x55	5 - 7	46.0	1.0	19.1	1.6	64.5	81.9
W18x40	8-10	45.5	0.8	15.3	1.3	45.2	66.3

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 23.5 x 23.5 x 0.8	1 - 3	23.5	0.8	23.5	72.1	182.4	159.1
CV 19 x 19 x 0.6	4 - 6	19.0	0.6	19.0	46.6	118.0	93.5
CV 18 x 18 x 0.5	7-10	18.0	0.5	18.0	33.4	84.5	65.1

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 15.9	1 - 3	50.0	25.0	15.9	8335	76.0	110.2
DISIP 25 x 13.7	4 - 6	50.0	25.0	13.7	5301	59.0	85.5
DISIP 25 x 12.2	7-10	50.0	25.0	12.2	3805	41.1	59.5

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 75 \beta 75 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 86 x 86 x 2.4	1 - 4	86.0	2.4	86.0	2.4	878.1	2798.9
CC 86 x 86 x 2.1	5 - 7	86.0	2.1	86.0	2.1	766.8	2435.0
CC 86 x 86 x 1.7	8-10	86.0	1.7	86.0	1.7	653.7	2068.3

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W 24x68	1 - 4	60.3	1.1	22.8	1.5	101.9	116.4
W 21x68	5 - 7	53.7	1.1	21.0	1.7	92.2	105.8
W 21x50	8-10	52.9	1.0	16.6	1.4	63.4	94.1

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 19 x 19 x 0.8	1 - 3	19.0	0.8	19.0	57.8	146.2	115.3
CV 18 x 18 x 0.6	4 - 6	18.0	0.6	18.0	44.1	111.6	85.5
CV 16 x 16 x 0.5	7-10	16.0	0.5	16.0	29.6	74.8	53.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 16.7	1 - 3	50.0	25.0	16.7	9649	98.7	98.7
DISIP 25 x 15.2	4 - 6	50.0	25.0	15.2	7374	82.2	82.2
DISIP 25 x 13.3	7-10	50.0	25.0	13.3	4940	51.5	51.5

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 75 \beta 75 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 86 x 86 x 2.4	1 - 4	86.0	2.4	86.0	2.4	878.1	2798.9
CC 86 x 86 x 2.1	5 - 7	86.0	2.1	86.0	2.1	766.8	2435.0
CC 86 x 86 x 1.7	8-10	86.0	1.7	86.0	1.7	653.7	2068.3

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W 24x68	1 - 4	60.3	1.1	22.8	1.5	101.9	116.4
W 21x68	5 - 7	53.7	1.1	21.0	1.7	92.2	105.8
W 21x50	8-10	52.9	1.0	16.6	1.4	63.4	94.1

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 19 x 19 x 0.8	1 - 3	19.0	0.8	19.0	57.8	146.2	115.3
CV 18 x 18 x 0.6	4 - 6	18.0	0.6	18.0	44.1	111.6	85.5
CV 16 x 16 x 0.5	7-10	16.0	0.5	16.0	29.6	74.8	53.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 15.4	1 - 3	50.0	25.0	15.4	7607	75.7	96.1
DISIP 25 x 14.1	4 - 6	50.0	25.0	14.1	5876	63.1	80.1
DISIP 25 x 12.2	7-10	50.0	25.0	12.2	3805	39.1	49.6

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M10 \alpha 75 \beta 75 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 86 x 86 x 2.4	1 - 4	86.0	2.4	86.0	2.4	878.1	2798.9
CC 86 x 86 x 2.1	5 - 7	86.0	2.1	86.0	2.1	766.8	2435.0
CC 86 x 86 x 1.7	8-10	86.0	1.7	86.0	1.7	653.7	2068.3

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W 24x68	1 - 4	60.3	1.1	22.8	1.5	101.9	116.4
W 21x68	5 - 7	53.7	1.1	21.0	1.7	92.2	105.8
W 21x50	8-10	52.9	1.0	16.6	1.4	63.4	94.1

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 19 x 19 x 0.8	1 - 3	19.0	0.8	19.0	57.8	146.2	115.3
CV 18 x 18 x 0.6	4 - 6	18.0	0.6	18.0	44.1	111.6	85.5
CV 16 x 16 x 0.5	7-10	16.0	0.5	16.0	29.6	74.8	53.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 14.8	1 - 3	50.0	25.0	14.8	6704	65.3	94.6
DISIP 25 x 13.5	4 - 6	50.0	25.0	13.5	5119	54.2	78.6
DISIP 25 x 11.7	7-10	50.0	25.0	11.7	3377	33.7	48.8

Modelo de 15 niveles

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 25 \beta 25 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 75 x 75 x 2.4	1-4	75.0	2.4	75.0	2.4	662.3	2426.5
CC 75 x 75 x 2.1	5-8	75.0	2.1	75.0	2.1	579.0	2112.3
CC 75 x 75 x 1.7	9-12	75.0	1.7	75.0	1.7	494.2	1795.6
CC 75 x 75 x 1.4	13-15	75.0	1.4	75.0	1.4	407.8	1475.3

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 21 x 93	1-4	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 73	5-8	53.9	1.2	21.1	1.9	99.1	112.4
W 21 x 68	9-12	53.7	1.1	21.0	1.7	92.2	105.8
W 21 x 57	13-15	53.5	1.0	16.6	1.7	74.3	100.0

CONTRAVENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
W 14 x 455	1-3	48.3	5.1	42.8	864.6	2187.4	2010.2
CV 27 x 27 x 4.9	4-7	27.0	4.9	27.0	434.6	1099.6	957.6
CV 24 x 24 x 2.5	8-11	24.0	2.5	24.0	218.0	551.6	472.2
CV 19 x 19 x 1.6	12-15	19.0	1.6	19.0	110.6	279.7	215.1

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 28.4	1-3	50.0	25.0	28.4	47803	208.0	208.0
DISIP 25 x 22.7	4-7	50.0	25.0	22.7	24373	175.9	175.9
DISIP 25 x 17.9	8-11	50.0	25.0	17.9	12026	125.8	125.8
DISIP 25 x 14.3	12-15	50.0	25.0	14.3	6076	59.2	59.2

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 25 \beta 25 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 75 x 75 x 2.4	00-ene	75.0	2.4	75.0	2.4	662.3	2426.5
CC 75 x 75 x 2.1	5-8	75.0	2.1	75.0	2.1	579.0	2112.3
CC 75 x 75 x 1.7	9-12	75.0	1.7	75.0	1.7	494.2	1795.6
CC 75 x 75 x 1.4	13-15	75.0	1.4	75.0	1.4	407.8	1475.3

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 21 x 93	1-4	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 73	5-8	53.9	1.2	21.1	1.9	99.1	112.4
W 21 x 68	9-12	53.7	1.1	21.0	1.7	92.2	105.8
W 21 x 57	13-15	53.5	1.0	16.6	1.7	74.3	100.0

CONTRAVENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
W 14 x 455	1-3	48.3	5.1	42.8	864.6	2187.4	2010.2
CV 27 x 27 x 4.9	4-7	27.0	4.9	27.0	434.6	1099.6	957.6
CV 24 x 24 x 2.5	8-11	24.0	2.5	24.0	218.0	551.6	472.2
CV 19 x 19 x 1.6	12-15	19.0	1.6	19.0	110.6	279.7	215.1

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 26.4	1-3	50.0	25.0	26.4	38126	163.5	207.6
DISIP 25 x 21	4-7	50.0	25.0	21.0	19170	136.1	172.9
DISIP 25 x 16.7	8-11	50.0	25.0	16.7	9649	97.0	123.2
DISIP 25 x 13.2	12-15	50.0	25.0	13.2	4766	44.9	57.1

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 25 \beta 25 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 75 x 75 x 2.4	00-ene	75.0	2.4	75.0	2.4	662.3	2426.5
CC 75 x 75 x 2.1	5-8	75.0	2.1	75.0	2.1	579.0	2112.3
CC 75 x 75 x 1.7	9-12	75.0	1.7	75.0	1.7	494.2	1795.6
CC 75 x 75 x 1.4	13-15	75.0	1.4	75.0	1.4	407.8	1475.3

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 21 x 93	1-4	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 73	5-8	53.9	1.2	21.1	1.9	99.1	112.4
W 21 x 68	9-12	53.7	1.1	21.0	1.7	92.2	105.8
W 21 x 57	13-15	53.5	1.0	16.6	1.7	74.3	100.0

CONTRAVENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
W 14 x 455	1-3	48.3	5.1	42.8	864.6	2187.4	2010.2
CV 27 x 27 x 4.9	4-7	27.0	4.9	27.0	434.6	1099.6	957.6
CV 24 x 24 x 2.5	8-11	24.0	2.5	24.0	218.0	551.6	472.2
CV 19 x 19 x 1.6	12-15	19.0	1.6	19.0	110.6	279.7	215.1

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 25.1	1-3	50.0	25.0	25.1	32875	142.8	207.0
DISIP 25 x 20	4-7	50.0	25.0	20.0	16673	118.3	171.5
DISIP 25 x 15.9	8-11	50.0	25.0	15.9	8335	83.5	121.1
DISIP 25 x 12.7	12-15	50.0	25.0	12.7	4267	38.9	56.3

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 50 \beta 25 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 70 x 70 x 2.2	1-4	70.0	2.2	70.0	2.2	538.5	2111.5
CC 70 x 70 x 1.9	5-8	70.0	1.9	70.0	1.9	465.9	1817.9
CC 70 x 70 x 1.6	9-12	70.0	1.6	70.0	1.6	391.8	1522.6
CC 70 x 70 x 1.3	13-15	70.0	1.3	70.0	1.3	316.3	1223.9

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 21 x 93	1-4	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 83	5-8	54.4	1.3	21.2	2.1	112.9	127.0
W 21 x 73	9-12	53.9	1.2	21.1	1.9	99.1	112.4
W 21 x 62	13-15	53.3	1.0	20.9	1.6	83.0	99.0

CONTRAVENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 25 x 25 x 2.7	1-3	25.0	2.7	25.0	240.7	609.1	529.1
CV 23 x 23 x 1.4	4-7	23.0	1.4	23.0	123.3	311.9	267.0
CV 18 x 18 x 1.0	8-11	18.0	1.0	18.0	65.0	164.3	124.5
CV 14 x 14 x 0.6	12-15	14.0	0.6	14.0	33.9	85.9	53.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 18.6	1-3	50.0	25.0	18.6	13349	188.2	188.2
DISIP 25 x 14.9	4-7	50.0	25.0	14.9	6923	145.7	145.7
DISIP 25 x 12.1	8-11	50.0	25.0	12.1	3659	93.3	93.3
DISIP 25 x 9.7	12-15	50.0	25.0	9.7	1892	41.1	41.1

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 50 \beta 25 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 70 x 70 x 2.2	1-4	70.0	2.2	70.0	2.2	538.5	2111.5
CC 70 x 70 x 1.9	5-8	70.0	1.9	70.0	1.9	465.9	1817.9
CC 70 x 70 x 1.6	9-12	70.0	1.6	70.0	1.6	391.8	1522.6
CC 70 x 70 x 1.3	13-15	70.0	1.3	70.0	1.3	316.3	1223.9

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 21 x 93	1-4	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 83	5-8	54.4	1.3	21.2	2.1	112.9	127.0
W 21 x 73	9-12	53.9	1.2	21.1	1.9	99.1	112.4
W 21 x 62	13-15	53.3	1.0	20.9	1.6	83.0	99.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 25 x 25 x 2.7	1-3	25.0	2.7	25.0	240.7	609.1	529.1
CV 23 x 23 x 1.4	4-7	23.0	1.4	23.0	123.3	311.9	267.0
CV 18 x 18 x 1	8-11	18.0	1.0	18.0	65.0	164.3	124.5
CV 14 x 14 x 0.6	12-15	14.0	0.6	14.0	33.9	85.9	53.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 17.1	1-3	50.0	25.0	17.1	10500	146.0	185.4
DISIP 25 x 13.7	4-7	50.0	25.0	13.7	5301	110.5	140.4
DISIP 25 x 11.1	8-11	50.0	25.0	11.1	2859	70.2	89.2
DISIP 25 x 8.9	12-15	50.0	25.0	8.9	1464	30.4	38.6

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 50 \beta 25 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 70 x 70 x 2.2	1-4	70.0	2.2	70.0	2.2	538.5	2111.5
CC 70 x 70 x 1.9	5-8	70.0	1.9	70.0	1.9	465.9	1817.9
CC 70 x 70 x 1.6	9-12	70.0	1.6	70.0	1.6	391.8	1522.6
CC 70 x 70 x 1.3	13-15	70.0	1.3	70.0	1.3	316.3	1223.9

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 21 x 93	1-4	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 83	5-8	54.4	1.3	21.2	2.1	112.9	127.0
W 21 x 73	9-12	53.9	1.2	21.1	1.9	99.1	112.4
W 21 x 62	13-15	53.3	1.0	20.9	1.6	83.0	99.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 25 x 25 x 2.7	1-3	25.0	2.7	25.0	240.7	609.1	529.1
CV 23 x 23 x 1.4	4-7	23.0	1.4	23.0	123.3	311.9	267.0
CV 18 x 18 x 1	8-11	18.0	1.0	18.0	65.0	164.3	124.5
CV 14 x 14 x 0.6	12-15	14.0	0.6	14.0	33.9	85.9	53.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 16.4	1-3	50.0	25.0	16.4	9108	125.8	182.4
DISIP 25 x 13.2	4-7	50.0	25.0	13.2	4766	95.3	138.1
DISIP 25 x 10.6	8-11	50.0	25.0	10.6	2507	59.7	86.6
DISIP 25 x 8.6	12-15	50.0	25.0	8.6	1312	25.9	37.6

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 75 \beta 25 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 80 x 80 x 2.5	1-4	80.0	2.5	80.0	2.5	803.8	2763.4
CC 80 x 80 x 2.2	5-8	80.0	2.2	80.0	2.2	709.1	2428.0
CC 80 x 80 x 1.9	9-12	80.0	1.9	80.0	1.9	612.7	2089.7
CC 80 x 80 x 1.6	13-15	80.0	1.6	80.0	1.6	514.7	1748.6

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 21 x 122	1-4	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W 21 x 111	5-8	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W 21 x 93	9-12	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 83	13-15	54.4	1.3	21.2	2.1	112.9	127.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 22 x 22 x 1.6	1-3	22.0	1.6	22.0	129.6	327.9	274.3
CV 20 x 20 x 1.3	4-7	20.0	1.3	20.0	95.1	240.7	192.9
CV 19 x 19 x 0.6	8-11	19.0	0.6	19.0	46.6	118.0	93.5
CV 15 x 15 x 0.5	12-15	15.0	0.5	15.0	27.7	70.0	47.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 15.1	1-3	50.0	25.0	15.1	7146	153.7	153.7
DISIP 25 x 13.7	4-7	50.0	25.0	13.7	5301	128.5	128.5
DISIP 25 x 10.8	8-11	50.0	25.0	10.8	2621	75.1	75.1
DISIP 25 x 9	12-15	50.0	25.0	9.0	1544	35.4	35.4

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 75 \beta 25 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 80 x 80 x 2.5	1-4	80.0	2.5	80.0	2.5	803.8	2763.4
CC 80 x 80 x 2.2	5-8	80.0	2.2	80.0	2.2	709.1	2428.0
CC 80 x 80 x 1.9	9-12	80.0	1.9	80.0	1.9	612.7	2089.7
CC 80 x 80 x 1.6	13-15	80.0	1.6	80.0	1.6	514.7	1748.6

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 21 x 122	1-4	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W 21 x 111	5-8	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W 21 x 93	9-12	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 83	13-15	54.4	1.3	21.2	2.1	112.9	127.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 22 x 22 x 1.6	1-3	22.0	1.6	22.0	129.6	327.9	274.3
CV 20 x 20 x 1.3	4-7	20.0	1.3	20.0	95.1	240.7	192.9
CV 19 x 19 x 0.6	8-11	19.0	0.6	19.0	46.6	118.0	93.5
CV 15 x 15 x 0.5	12-15	15.0	0.5	15.0	27.7	70.0	47.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 14	1-3	50.0	25.0	14.0	5680	116.3	147.7
DISIP 25 x 12.5	4-7	50.0	25.0	12.5	4109	96.0	121.9
DISIP 25 x 10	8-11	50.0	25.0	10.0	2084	55.7	70.8
DISIP 25 x 8.4	12-15	50.0	25.0	8.4	1241	26.2	33.2

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 75 \beta 25 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 80 x 80 x 2.5	1 - 4	80.0	2.5	80.0	2.5	803.8	2763.4
CC 80 x 80 x 2.2	5 - 8	80.0	2.2	80.0	2.2	709.1	2428.0
CC 80 x 80 x 1.9	9 - 12	80.0	1.9	80.0	1.9	612.7	2089.7
CC 80 x 80 x 1.6	13 - 15	80.0	1.6	80.0	1.6	514.7	1748.6

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W 21 x 122	1 - 4	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W 21 x 111	5 - 8	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W 21 x 93	9 - 12	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 83	13 - 15	54.4	1.3	21.2	2.1	112.9	127.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 22 x 22 x 1.6	1 - 3	22.0	1.6	22.0	129.6	327.9	274.3
CV 20 x 20 x 1.3	4 - 7	20.0	1.3	20.0	95.1	240.7	192.9
CV 19 x 19 x 0.6	8 - 11	19.0	0.6	19.0	46.6	118.0	93.5
CV 15 x 15 x 0.5	12 - 15	15.0	0.5	15.0	27.7	70.0	47.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 13.3	1 - 3	50.0	25.0	13.3	4940	98.7	143.1
DISIP 25 x 12.1	4 - 7	50.0	25.0	12.1	3659	82.0	118.9
DISIP 25 x 9.5	8 - 11	50.0	25.0	9.5	1800	46.7	67.6
DISIP 25 x 7.9	12 - 15	50.0	25.0	7.9	1042	21.5	31.2

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 25 \beta 50 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 75 x 75 x 2.4	00-ene	75.0	2.4	75.0	2.4	662.3	2426.5
CC 75 x 75 x 2.1	5 - 8	75.0	2.1	75.0	2.1	579.0	2112.3
CC 75 x 75 x 1.7	9 - 12	75.0	1.7	75.0	1.7	494.2	1795.6
CC 75 x 75 x 1.4	13 - 15	75.0	1.4	75.0	1.4	407.8	1475.3

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W 21 x 93	1 - 4	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 73	5 - 8	53.9	1.2	21.1	1.9	99.1	112.4
W 21 x 68	9 - 12	53.7	1.1	21.0	1.7	92.2	105.8
W 21 x 57	13 - 15	53.5	1.0	16.6	1.7	74.3	100.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
W 14 x 283	1 - 3	42.5	3.3	40.9	537.5	1359.9	1235.6
CV 25 x 25 x 3	4 - 7	25.0	3.0	25.0	265.2	671.0	580.3
CV 19 x 19 x 1.9	8 - 11	19.0	1.9	19.0	130.3	329.6	250.8
CV 16 x 16 x 1.1	12 - 15	16.0	1.1	16.0	66.2	167.4	114.9

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 30.6	1 - 3	50.0	25.0	30.6	59920	205.9	205.9
DISIP 25 x 24.1	4 - 7	50.0	25.0	24.1	29271	171.3	171.3
DISIP 25 x 19.1	8 - 11	50.0	25.0	19.1	14403	121.7	121.7
DISIP 25 x 15.2	12 - 15	50.0	25.0	15.2	7374	57.2	57.2

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 25 \beta 50 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 75 x 75 x 2.4	00-ene	75.0	2.4	75.0	2.4	662.3	2426.5
CC 75 x 75 x 2.1	5 - 8	75.0	2.1	75.0	2.1	579.0	2112.3
CC 75 x 75 x 1.7	9 - 12	75.0	1.7	75.0	1.7	494.2	1795.6
CC 75 x 75 x 1.4	13 - 15	75.0	1.4	75.0	1.4	407.8	1475.3

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W 21 x 93	1 - 4	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 73	5 - 8	53.9	1.2	21.1	1.9	99.1	112.4
W 21 x 68	9 - 12	53.7	1.1	21.0	1.7	92.2	105.8
W 21 x 57	13 - 15	53.5	1.0	16.6	1.7	74.3	100.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
W 14 x 283	1 - 3	42.5	3.3	40.9	535.2	1354.0	1235.6
CV 25 x 25 x 3	4 - 7	25.0	3.0	25.0	265.2	671.0	580.3
CV 19 x 19 x 1.9	8 - 11	19.0	1.9	19.0	130.3	329.6	250.8
CV 16 x 16 x 1.1	12 - 15	16.0	1.1	16.0	66.2	167.4	114.9

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 28.3	1 - 3	50.0	25.0	28.3	47007	161.5	205.2
DISIP 25 x 22.4	4 - 7	50.0	25.0	22.4	23365	133.6	169.7
DISIP 25 x 17.6	8 - 11	50.0	25.0	17.6	11399	94.0	119.3
DISIP 25 x 14.1	12 - 15	50.0	25.0	14.1	5876	44.0	55.8

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 25 \beta 50 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 75 x 75 x 2.4	00-ene	75.0	2.4	75.0	2.4	662.3	2426.5
CC 75 x 75 x 2.1	5 - 8	75.0	2.1	75.0	2.1	579.0	2112.3
CC 75 x 75 x 1.7	9 - 12	75.0	1.7	75.0	1.7	494.2	1795.6
CC 75 x 75 x 1.4	13 - 15	75.0	1.4	75.0	1.4	407.8	1475.3

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W 21 x 93	1 - 4	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 73	5 - 8	53.9	1.2	21.1	1.9	99.1	112.4
W 21 x 68	9 - 12	53.7	1.1	21.0	1.7	92.2	105.8
W 21 x 57	13 - 15	53.5	1.0	16.6	1.7	74.3	100.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
W 14 x 283	1 - 3	42.5	3.3	40.9	535.2	1354.0	1235.6
CV 25 x 25 x 3	4 - 7	25.0	3.0	25.0	265.2	671.0	580.3
CV 19 x 19 x 1.9	8 - 11	19.0	1.9	19.0	130.3	329.6	250.8
CV 16 x 16 x 1.1	12 - 15	16.0	1.1	16.0	66.2	167.4	114.9

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 27	1 - 3	50.0	25.0	27.0	40949	141.2	204.7
DISIP 25 x 21.4	4 - 7	50.0	25.0	21.4	20507	116.3	168.7
DISIP 25 x 16.8	8 - 11	50.0	25.0	16.8	9927	81.2	117.7
DISIP 25 x 13.5	12 - 15	50.0	25.0	13.5	5119	37.8	54.9

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 50 \beta 50 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 70 x 70 x 2.2	1 - 4	70.0	2.2	70.0	2.2	538.5	2111.5
CC 70 x 70 x 1.9	5 - 8	70.0	1.9	70.0	1.9	465.9	1817.9
CC 70 x 70 x 1.6	9 - 12	70.0	1.6	70.0	1.6	391.8	1522.6
CC 70 x 70 x 1.3	13 - 15	70.0	1.3	70.0	1.3	316.3	1223.9

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W 21 x 93	1 - 4	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 83	5 - 8	54.4	1.3	21.2	2.1	112.9	127.0
W 21 x 73	9 - 12	53.9	1.2	21.1	1.9	99.1	112.4
W 21 x 62	13 - 15	53.3	1.0	20.9	1.6	83.0	99.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 22.5 x 22.5 x 1.7	1 - 3	22.5	1.7	22.5	145.0	366.8	309.1
CV 19 x 19 x 1.4	4 - 7	19.0	1.4	19.0	100.4	254.1	196.4
CV 18 x 18 x 0.8	8 - 11	18.0	0.8	18.0	54.6	138.2	105.3
CV 13 x 13 x 0.6	12 - 15	13.0	0.6	13.0	31.4	79.5	45.6

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 19.8	1 - 3	50.0	25.0	19.8	16279	177.9	177.9
DISIP 25 x 17.5	4 - 7	50.0	25.0	17.5	11094	150.1	150.1
DISIP 25 x 14.3	8 - 11	50.0	25.0	14.3	6076	98.6	98.6
DISIP 25 x 11.9	12 - 15	50.0	25.0	11.9	3516	46.5	46.5

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 50 \beta 50 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 70 x 70 x 2.2	1 - 4	70.0	2.2	70.0	2.2	538.5	2111.5
CC 70 x 70 x 1.9	5 - 8	70.0	1.9	70.0	1.9	465.9	1817.9
CC 70 x 70 x 1.6	9 - 12	70.0	1.6	70.0	1.6	391.8	1522.6
CC 70 x 70 x 1.3	13 - 15	70.0	1.3	70.0	1.3	316.3	1223.9

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W 21 x 93	1 - 4	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 83	5 - 8	54.4	1.3	21.2	2.1	112.9	127.0
W 21 x 73	9 - 12	53.9	1.2	21.1	1.9	99.1	112.4
W 21 x 62	13 - 15	53.3	1.0	20.9	1.6	83.0	99.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 22.5 x 22.5 x 1.7	1 - 3	22.5	1.7	22.5	145.0	366.8	309.1
CV 19 x 19 x 1.4	4 - 7	19.0	1.4	19.0	100.4	254.1	196.4
CV 18 x 18 x 0.8	8 - 11	18.0	0.8	18.0	54.6	138.2	105.3
CV 13 x 13 x 0.6	12 - 15	13.0	0.6	13.0	31.4	79.5	45.6

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 18.3	1 - 3	50.0	25.0	18.3	12676	137.6	174.8
DISIP 25 x 16.2	4 - 7	50.0	25.0	16.2	8845	115.9	147.2
DISIP 25 x 13.2	8 - 11	50.0	25.0	13.2	4766	75.1	95.4
DISIP 25 x 11	12 - 15	50.0	25.0	11.0	2738	35.2	44.7

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 50 \beta 50 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 70 x 70 x 2.2	1 - 4	70.0	2.2	70.0	2.2	538.5	2111.5
CC 70 x 70 x 1.9	5 - 8	70.0	1.9	70.0	1.9	465.9	1817.9
CC 70 x 70 x 1.6	9 - 12	70.0	1.6	70.0	1.6	391.8	1522.6
CC 70 x 70 x 1.3	13 - 15	70.0	1.3	70.0	1.3	316.3	1223.9

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W 21 x 93	1 - 4	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 83	5 - 8	54.4	1.3	21.2	2.1	112.9	127.0
W 21 x 73	9 - 12	53.9	1.2	21.1	1.9	99.1	112.4
W 21 x 62	13 - 15	53.3	1.0	20.9	1.6	83.0	99.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 22.5 x 22.5 x 1.7	1 - 3	22.5	1.7	22.5	145.0	366.8	309.1
CV 19 x 19 x 1.4	4 - 7	19.0	1.4	19.0	100.4	254.1	196.4
CV 18 x 18 x 0.8	8 - 11	18.0	0.8	18.0	54.6	138.2	105.3
CV 13 x 13 x 0.6	12 - 15	13.0	0.6	13.0	31.4	79.5	45.6

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 17.5	1 - 3	50.0	25.0	17.5	11094	119.5	173.2
DISIP 25 x 15.4	4 - 7	50.0	25.0	15.4	7607	99.9	144.9
DISIP 25 x 12.5	8 - 11	50.0	25.0	12.5	4109	64.4	93.4
DISIP 25 x 10.5	12 - 15	50.0	25.0	10.5	2396	30.2	43.7

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 75 \beta 50 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 80 x 80 x 2.5	1 - 4	80.0	2.5	80.0	2.5	803.8	2763.4
CC 80 x 80 x 2.2	5 - 8	80.0	2.2	80.0	2.2	709.1	2428.0
CC 80 x 80 x 1.9	9 - 12	80.0	1.9	80.0	1.9	612.7	2089.7
CC 80 x 80 x 1.6	13 - 15	80.0	1.6	80.0	1.6	514.7	1748.6

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W 21 x 122	1 - 4	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W 21 x 111	5 - 8	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W 21 x 93	9 - 12	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 83	13 - 15	54.4	1.3	21.2	2.1	112.9	127.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 21.5 x 21.5 x 1	1 - 3	21.5	1.0	21.5	78.3	198.1	166.0
CV 21.5 x 21.5 x 0.6	4 - 7	21.5	0.6	21.5	53.0	134.1	113.1
CV 19 x 19 x 0.6	8 - 11	19.0	0.6	19.0	46.6	118.0	93.5
CV 15 x 15 x 0.5	12 - 15	15.0	0.5	15.0	27.7	70.0	47.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 16	1 - 3	50.0	25.0	16.0	8587	148.8	148.8
DISIP 25 x 14.1	4 - 7	50.0	25.0	14.1	5876	117.8	117.8
DISIP 25 x 13.5	8 - 11	50.0	25.0	13.5	5119	92.5	92.5
DISIP 25 x 11.4	12 - 15	50.0	25.0	11.4	3111	42.0	42.0

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 75 \beta 50 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 80 x 80 x 2.5	1 - 4	80.0	2.5	80.0	2.5	803.8	2763.4
CC 80 x 80 x 2.2	5 - 8	80.0	2.2	80.0	2.2	709.1	2428.0
CC 80 x 80 x 1.9	9 - 12	80.0	1.9	80.0	1.9	612.7	2089.7
CC 80 x 80 x 1.6	13 - 15	80.0	1.6	80.0	1.6	514.7	1748.6

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W 21 x 122	1 - 4	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W 21 x 111	5 - 8	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W 21 x 93	9 - 12	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 83	13 - 15	54.4	1.3	21.2	2.1	112.9	127.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 21.5 x 21.5 x 1	1 - 3	21.5	1.0	21.5	78.3	198.1	166.0
CV 20 x 20 x 0.6	4 - 7	20.0	0.6	20.0	49.2	124.4	101.4
CV 18 x 18 x 0.6	8 - 11	18.0	0.6	18.0	44.1	111.6	85.5
CV 14 x 14 x 0.5	12 - 15	14.0	0.5	14.0	25.8	65.2	41.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 14.9	1 - 3	50.0	25.0	14.9	6923	115.0	146.1
DISIP 25 x 12.7	4 - 7	50.0	25.0	12.7	4267	86.2	109.5
DISIP 25 x 12.2	8 - 11	50.0	25.0	12.2	3805	68.8	87.4
DISIP 25 x 10.3	12 - 15	50.0	25.0	10.3	2289	30.7	39.0

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 75 \beta 50 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 80 x 80 x 2.5	1 - 4	80.0	2.5	80.0	2.5	803.8	2763.4
CC 80 x 80 x 2.2	5 - 8	80.0	2.2	80.0	2.2	709.1	2428.0
CC 80 x 80 x 1.9	9 - 12	80.0	1.9	80.0	1.9	612.7	2089.7
CC 80 x 80 x 1.6	13 - 15	80.0	1.6	80.0	1.6	514.7	1748.6

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W 21 x 122	1 - 4	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W 21 x 111	5 - 8	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W 21 x 93	9 - 12	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 83	13 - 15	54.4	1.3	21.2	2.1	112.9	127.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 21.5 x 21.5 x 1	1 - 3	21.5	1.0	21.5	78.3	198.1	166.0
CV 20 x 20 x 0.6	4 - 7	20.0	0.6	20.0	49.2	124.4	101.4
CV 18 x 18 x 0.6	8 - 11	18.0	0.6	18.0	44.1	111.6	85.5
CV 14 x 14 x 0.5	12 - 15	14.0	0.5	14.0	25.8	65.2	41.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 14.3	1 - 3	50.0	25.0	14.3	6076	98.4	142.7
DISIP 25 x 12.2	4 - 7	50.0	25.0	12.2	3805	73.8	107.0
DISIP 25 x 11.7	8 - 11	50.0	25.0	11.7	3377	58.9	85.4
DISIP 25 x 9.8	12 - 15	50.0	25.0	9.8	1986	26.0	37.7

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 25 \beta 75 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 77 x 77 x 2.4	00-ene	77.0	2.4	77.0	2.4	699.3	2494.3
CC 77 x 77 x 2.1	5 - 8	77.0	2.1	77.0	2.1	611.2	2171.0
CC 77 x 77 x 1.7	9 - 12	77.0	1.7	77.0	1.7	521.5	1844.9
CC 77 x 77 x 1.4	13 - 15	77.0	1.4	77.0	1.4	430.3	1516.0

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W 21 x 93	1 - 4	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 73	5 - 8	53.9	1.2	21.1	1.9	99.1	112.4
W 21 x 68	9 - 12	53.7	1.1	21.0	1.7	92.2	105.8
W 21 x 57	13 - 15	53.5	1.0	16.6	1.7	74.3	100.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
W 12 x 230	1 - 3	38.2	3.3	32.8	436.8	1105.1	926.5
CV 24 x 24 x 2.5	4 - 7	24.0	2.5	24.0	218.0	551.6	472.2
CV 20 x 20 x 1.4	8 - 11	20.0	1.4	20.0	106.1	268.5	214.3
CV 16 x 16 x 1	12 - 15	16.0	1.0	16.0	57.3	145.0	100.3

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 32.7	1 - 3	50.0	25.0	32.7	72862	205.3	205.3
DISIP 25 x 25.9	4 - 7	50.0	25.0	25.9	36096	170.3	170.3
DISIP 25 x 20.3	8 - 11	50.0	25.0	20.3	17480	120.2	120.2
DISIP 25 x 16.7	12 - 15	50.0	25.0	16.7	9649	58.1	58.1

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 25 \beta 75 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 77 x 77 x 2.4	00-ene	77.0	2.4	77.0	2.4	699.3	2494.3
CC 77 x 77 x 2.1	5 - 8	77.0	2.1	77.0	2.1	611.2	2171.0
CC 77 x 77 x 1.7	9 - 12	77.0	1.7	77.0	1.7	521.5	1844.9
CC 77 x 77 x 1.4	13 - 15	77.0	1.4	77.0	1.4	430.3	1516.0

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_N ton
W 21 x 93	1 - 4	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 73	5 - 8	53.9	1.2	21.1	1.9	99.1	112.4
W 21 x 68	9 - 12	53.7	1.1	21.0	1.7	92.2	105.8
W 21 x 57	13 - 15	53.5	1.0	16.6	1.7	74.3	100.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
W 12 x 230	1 - 3	38.2	3.3	32.8	436.8	1105.1	926.5
CV 24 x 24 x 2.5	4 - 7	24.0	2.5	24.0	218.0	551.6	472.2
CV 20 x 20 x 1.4	8 - 11	20.0	1.4	20.0	106.1	268.5	214.3
CV 16 x 16 x 1	12 - 15	16.0	1.0	16.0	57.3	145.0	100.3

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 30.2	1 - 3	50.0	25.0	30.2	57169	161.2	204.7
DISIP 25 x 24	4 - 7	50.0	25.0	24.0	28697	133.0	169.0
DISIP 25 x 18.9	8 - 11	50.0	25.0	18.9	14046	93.3	118.5
DISIP 25 x 15.4	12 - 15	50.0	25.0	15.4	7607	44.8	56.9

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 25 \beta 75 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 77 x 77 x 2.4	00-ene	77.0	2.4	77.0	2.4	699.3	2494.3
CC 77 x 77 x 2.1	5-8	77.0	2.1	77.0	2.1	611.2	2171.0
CC 77 x 77 x 1.7	9-12	77.0	1.7	77.0	1.7	521.5	1844.9
CC 77 x 77 x 1.4	13-15	77.0	1.4	77.0	1.4	430.3	1516.0

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 21 x 93	1-4	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 73	5-8	53.9	1.2	21.1	1.9	99.1	112.4
W 21 x 68	9-12	53.7	1.1	21.0	1.7	92.2	105.8
W 21 x 57	13-15	53.5	1.0	16.6	1.7	74.3	100.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
W 12 x 230	1-3	38.2	3.3	32.8	436.8	1105.1	926.5
CV 24 x 24 x 2.5	4-7	24.0	2.5	24.0	218.0	551.6	472.2
CV 20 x 20 x 1.4	8-11	20.0	1.4	20.0	106.1	268.5	214.3
CV 16 x 16 x 1	12-15	16.0	1.0	16.0	57.3	145.0	100.3

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 28.9	1-3	50.0	25.0	28.9	50247	141.1	204.5
DISIP 25 x 22.9	4-7	50.0	25.0	22.9	24888	115.9	168.0
DISIP 25 x 18.1	8-11	50.0	25.0	18.1	12349	81.0	117.4
DISIP 25 x 14.6	12-15	50.0	25.0	14.6	6490	38.5	55.8

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 50 \beta 75 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 77.5 x 77.5 x 2.4	1-4	77.5	2.4	77.5	2.4	708.7	2511.3
CC 77.5 x 77.5 x 2.1	5-8	77.5	2.1	77.5	2.1	619.4	2185.8
CC 77.5 x 77.5 x 1.7	9-12	77.5	1.7	77.5	1.7	528.5	1857.4
CC 77.5 x 77.5 x 1.4	13-15	77.5	1.4	77.5	1.4	436.0	1526.1

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 21 x 93	1-4	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 83	5-8	54.4	1.3	21.2	2.1	112.9	127.0
W 21 x 73	9-12	53.9	1.2	21.1	1.9	99.1	112.4
W 21 x 62	13-15	53.3	1.0	20.9	1.6	83.0	99.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 22.5 x 22.5 x 1.7	1-3	22.5	1.7	22.5	145.0	366.8	309.1
CV 21 x 21 x 1.3	4-7	21.0	1.3	21.0	100.2	253.6	208.7
CV 20 x 20 x 0.6	8-11	20.0	0.6	20.0	49.2	124.4	101.4
CV 16 x 16 x 0.5	12-15	16.0	0.5	16.0	29.6	74.8	53.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 22.7	1-3	50.0	25.0	22.7	24373	183.1	183.1
DISIP 25 x 20	4-7	50.0	25.0	20.0	16673	155.0	155.0
DISIP 25 x 15.7	8-11	50.0	25.0	15.7	8087	98.4	98.4
DISIP 25 x 13.3	12-15	50.0	25.0	13.3	4940	48.5	48.5

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 50 \beta 75 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 77.5 x 77.5 x 2.4	1-4	77.5	2.4	77.5	2.4	708.7	2511.3
CC 77.5 x 77.5 x 2.1	5-8	77.5	2.1	77.5	2.1	619.4	2185.8
CC 77.5 x 77.5 x 1.7	9-12	77.5	1.7	77.5	1.7	528.5	1857.4
CC 77.5 x 77.5 x 1.4	13-15	77.5	1.4	77.5	1.4	436.0	1526.1

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 21 x 93	1-4	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 83	5-8	54.4	1.3	21.2	2.1	112.9	127.0
W 21 x 73	9-12	53.9	1.2	21.1	1.9	99.1	112.4
W 21 x 62	13-15	53.3	1.0	20.9	1.6	83.0	99.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 22.5 x 22.5 x 1.7	1-3	22.5	1.7	22.5	145.0	366.8	309.1
CV 21 x 21 x 1.3	4-7	21.0	1.3	21.0	100.2	253.6	208.7
CV 20 x 20 x 0.6	8-11	20.0	0.6	20.0	49.2	124.4	101.4
CV 16 x 16 x 0.5	12-15	16.0	0.5	16.0	29.6	74.8	53.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 21	1-3	50.0	25.0	21.0	19170	142.6	181.1
DISIP 25 x 18.4	4-7	50.0	25.0	18.4	13010	120.1	152.5
DISIP 25 x 14.6	8-11	50.0	25.0	14.6	6490	75.9	96.4
DISIP 25 x 12.2	12-15	50.0	25.0	12.2	3805	36.9	46.9

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 50 \beta 75 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 77.5 x 77.5 x 2.4	1-4	77.5	2.4	77.5	2.4	708.7	2511.3
CC 77.5 x 77.5 x 2.1	5-8	77.5	2.1	77.5	2.1	619.4	2185.8
CC 77.5 x 77.5 x 1.7	9-12	77.5	1.7	77.5	1.7	528.5	1857.4
CC 77.5 x 77.5 x 1.4	13-15	77.5	1.4	77.5	1.4	436.0	1526.1

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 21 x 93	1-4	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 83	5-8	54.4	1.3	21.2	2.1	112.9	127.0
W 21 x 73	9-12	53.9	1.2	21.1	1.9	99.1	112.4
W 21 x 62	13-15	53.3	1.0	20.9	1.6	83.0	99.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 22.5 x 22.5 x 1.7	1-3	22.5	1.7	22.5	145.0	366.8	309.1
CV 21 x 21 x 1.3	4-7	21.0	1.3	21.0	100.2	253.6	208.7
CV 20 x 20 x 0.6	8-11	20.0	0.6	20.0	49.2	124.4	101.4
CV 16 x 16 x 0.5	12-15	16.0	0.5	16.0	29.6	74.8	53.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 20	1-3	50.0	25.0	20.0	16673	123.9	179.6
DISIP 25 x 17.6	4-7	50.0	25.0	17.6	11399	104.2	151.0
DISIP 25 x 14	8-11	50.0	25.0	14.0	5680	65.5	95.0
DISIP 25 x 11.7	12-15	50.0	25.0	11.7	3377	31.8	46.2

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 75 \beta 75 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 87.5 x 87.5 x 2.9	1 - 4	87.5	2.9	87.5	2.9	1079.8	3400.3
CC 87.5 x 87.5 x 2.5	5 - 8	87.5	2.5	87.5	2.5	967.0	3034.0
CC 87.5 x 87.5 x 2.2	9 - 12	87.5	2.2	87.5	2.2	852.4	2664.7
CC 87.5 x 87.5 x 1.9	13 - 15	87.5	1.9	87.5	1.9	736.0	2292.6

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 21 x 122	1 - 4	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W 21 x 111	5 - 8	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W 21 x 93	9 - 12	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 83	13 - 15	54.4	1.3	21.2	2.1	112.9	127.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 25.5 x 25.5 x 0.8	1 - 3	25.5	0.8	25.5	78.4	198.5	177.9
CV 24 x 24 x 0.6	4 - 7	24.0	0.6	24.0	59.3	150.1	132.3
CV 20 x 20 x 0.6	8 - 11	20.0	0.6	20.0	49.2	124.4	101.4
CV 15 x 15 x 0.5	12 - 15	15.0	0.5	15.0	27.7	70.0	47.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 18.4	1 - 3	50.0	25.0	18.4	13010	153.2	153.2
DISIP 25 x 16.8	4 - 7	50.0	25.0	16.8	9927	129.9	129.9
DISIP 25 x 15.7	8 - 11	50.0	25.0	15.7	8087	99.8	99.8
DISIP 25 x 13	12 - 15	50.0	25.0	13.0	4596	44.1	44.1

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 75 \beta 75 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 87.5 x 87.5 x 2.9	1 - 4	87.5	2.9	87.5	2.9	1079.8	3400.3
CC 87.5 x 87.5 x 2.5	5 - 8	87.5	2.5	87.5	2.5	967.0	3034.0
CC 87.5 x 87.5 x 2.2	9 - 12	87.5	2.2	87.5	2.2	852.4	2664.7
CC 87.5 x 87.5 x 1.9	13 - 15	87.5	1.9	87.5	1.9	736.0	2292.6

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 21 x 122	1 - 4	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W 21 x 111	5 - 8	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W 21 x 93	9 - 12	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 83	13 - 15	54.4	1.3	21.2	2.1	112.9	127.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 25.5 x 25.5 x 0.8	1 - 3	25.5	0.8	25.5	78.4	198.5	177.9
CV 24 x 24 x 0.6	4 - 7	24.0	0.6	24.0	59.3	150.1	132.3
CV 20 x 20 x 0.6	8 - 11	20.0	0.6	20.0	49.2	124.4	101.4
CV 15 x 15 x 0.5	12 - 15	15.0	0.5	15.0	27.7	70.0	47.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 17	1 - 3	50.0	25.0	17.0	10211	117.3	149.0
DISIP 25 x 15.6	4 - 7	50.0	25.0	15.6	7845	99.6	126.4
DISIP 25 x 14.6	8 - 11	50.0	25.0	14.6	6490	76.7	97.4
DISIP 25 x 12.1	12 - 15	50.0	25.0	12.1	3659	33.6	42.6

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M15 \alpha 75 \beta 75 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 87.5 x 87.5 x 2.9	1 - 4	87.5	2.9	87.5	2.9	1079.8	3400.3
CC 87.5 x 87.5 x 2.5	5 - 8	87.5	2.5	87.5	2.5	967.0	3034.0
CC 87.5 x 87.5 x 2.2	9 - 12	87.5	2.2	87.5	2.2	852.4	2664.7
CC 87.5 x 87.5 x 1.9	13 - 15	87.5	1.9	87.5	1.9	736.0	2292.6

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 21 x 122	1 - 4	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W 21 x 111	5 - 8	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W 21 x 93	9 - 12	54.9	1.5	21.4	2.4	127.3	142.6
W 21 x 83	13 - 15	54.4	1.3	21.2	2.1	112.9	127.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 25.5 x 25.5 x 0.8	1 - 3	25.5	0.8	25.5	78.4	198.5	177.9
CV 24 x 24 x 0.6	4 - 7	24.0	0.6	24.0	59.3	150.1	132.3
CV 20 x 20 x 0.6	8 - 11	20.0	0.6	20.0	49.2	124.4	101.4
CV 15 x 15 x 0.5	12 - 15	15.0	0.5	15.0	27.7	70.0	47.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 16.4	1 - 3	50.0	25.0	16.4	9108	101.3	146.9
DISIP 25 x 14.9	4 - 7	50.0	25.0	14.9	6923	85.7	124.3
DISIP 25 x 14	8 - 11	50.0	25.0	14.0	5680	65.9	95.5
DISIP 25 x 11.6	12 - 15	50.0	25.0	11.6	3242	28.9	41.9

Modelo de 20 niveles

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 25 \beta 25 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 95 x 95 x 3.2	1 - 5	95.0	3.2	95.0	3.2	1412.1	4099.1
CC 95 x 95 x 2.9	6 - 9	95.0	2.9	95.0	2.9	1279.6	3702.0
CC 95 x 95 x 2.5	10 - 13	95.0	2.5	95.0	2.5	1145.2	3302.0
CC 95 x 95 x 2.2	14 - 17	95.0	2.2	95.0	2.2	1008.9	2899.1
CC 95 x 95 x 1.9	18 - 20	95.0	1.9	95.0	1.9	870.6	2493.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W30x116	1 - 5	76.2	1.4	26.7	2.2	217.7	200.1
W21x132	6 - 9	55.4	1.7	31.6	2.6	191.8	159.9
W21x122	10 - 13	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W21x111	14 - 17	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W21x101	18 - 20	54.3	1.3	31.2	2.0	145.7	123.4

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 60 x 60 x 11.4	1 - 4	60.0	11.4	60.0	2220.6	5618.2	5543.5
CV 26 x 26 x 5.4	5 - 8	26.0	5.4	26.0	444.8	1125.4	957.6
CV 22 x 22 x 2.5	9 - 12	22.0	2.5	22.0	197.7	500.2	410.2
CV 20 x 20 x 1.3	13 - 16	20.0	1.3	20.0	95.1	240.7	192.9
CV 15 x 15 x 0.8	17 - 20	15.0	0.8	15.0	45.1	114.1	75.1

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 38.9	1 - 4	50.0	25.0	38.9	122574	322.9	322.9
DISIP 25 x 22.9	5 - 8	50.0	25.0	22.9	24888	241.6	241.6
DISIP 25 x 17.5	9 - 12	50.0	25.0	17.5	11094	163.8	163.8
DISIP 25 x 13.7	13 - 16	50.0	25.0	13.7	5301	92.1	92.1
DISIP 25 x 10.6	17 - 20	50.0	25.0	10.6	2507	32.1	32.1

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 25 \beta 25 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 95 x 95 x 3.2	1 - 5	95.0	3.2	95.0	3.2	1412.1	4099.1
CC 95 x 95 x 2.9	6 - 9	95.0	2.9	95.0	2.9	1279.6	3702.0
CC 95 x 95 x 2.5	10 - 13	95.0	2.5	95.0	2.5	1145.2	3302.0
CC 95 x 95 x 2.2	14 - 17	95.0	2.2	95.0	2.2	1008.9	2899.1
CC 95 x 95 x 1.9	18 - 20	95.0	1.9	95.0	1.9	870.6	2493.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W30x116	1 - 5	76.2	1.4	26.7	2.2	217.7	200.1
W21x132	6 - 9	55.4	1.7	31.6	2.6	191.8	159.9
W21x122	10 - 13	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W21x111	14 - 17	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W21x101	18 - 20	54.3	1.3	31.2	2.0	145.7	123.4

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 60 x 60 x 11.4	1 - 4	60.0	11.4	60.0	2220.6	5618.2	5543.5
CV 26 x 26 x 5.4	5 - 8	26.0	5.4	26.0	444.8	1125.4	957.6
CV 22 x 22 x 2.5	9 - 12	22.0	2.5	22.0	197.7	500.2	410.2
CV 20 x 20 x 1.3	13 - 16	20.0	1.3	20.0	95.1	240.7	192.9
CV 15 x 15 x 0.8	17 - 20	15.0	0.8	15.0	45.1	114.1	75.1

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 36	1 - 4	50.0	25.0	36.0	97494	255.9	324.9
DISIP 25 x 21.1	5 - 8	50.0	25.0	21.1	19609	188.2	239.0
DISIP 25 x 16	9 - 12	50.0	25.0	16.0	8587	124.4	158.0
DISIP 25 x 12.5	13 - 16	50.0	25.0	12.5	4109	68.9	87.5
DISIP 25 x 9.8	17 - 20	50.0	25.0	9.8	1986	24.0	30.5

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 25 \beta 25 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 95 x 95 x 3.2	1 - 5	95.0	3.2	95.0	3.2	1412.1	4099.1
CC 95 x 95 x 2.9	6 - 9	95.0	2.9	95.0	2.9	1279.6	3702.0
CC 95 x 95 x 2.5	10 - 13	95.0	2.5	95.0	2.5	1145.2	3302.0
CC 95 x 95 x 2.2	14 - 17	95.0	2.2	95.0	2.2	1008.9	2899.1
CC 95 x 95 x 1.9	18 - 20	95.0	1.9	95.0	1.9	870.6	2493.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W30x116	1 - 5	76.2	1.4	26.7	2.2	217.7	200.1
W21x132	6 - 9	55.4	1.7	31.6	2.6	191.8	159.9
W21x122	10 - 13	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W21x111	14 - 17	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W21x101	18 - 20	54.3	1.3	31.2	2.0	145.7	123.4

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 60 x 60 x 11.4	1 - 4	60.0	11.4	60.0	2220.6	5618.2	5543.5
CV 26 x 26 x 5.4	5 - 8	26.0	5.4	26.0	444.8	1125.4	957.6
CV 22 x 22 x 2.5	9 - 12	22.0	2.5	22.0	197.7	500.2	410.2
CV 20 x 20 x 1.3	13 - 16	20.0	1.3	20.0	95.1	240.7	192.9
CV 15 x 15 x 0.8	17 - 20	15.0	0.8	15.0	45.1	114.1	75.1

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 34.4	1 - 4	50.0	25.0	34.4	85169	224.8	325.9
DISIP 25 x 20.2	5 - 8	50.0	25.0	20.2	17073	162.9	236.2
DISIP 25 x 15.4	9 - 12	50.0	25.0	15.4	7607	107.0	155.1
DISIP 25 x 12.1	13 - 16	50.0	25.0	12.1	3659	58.9	85.3
DISIP 25 x 9.4	17 - 20	50.0	25.0	9.4	1712	20.0	29.1

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 50 \beta 25 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 92.5 x 92.5 x 2.7	1 - 5	92.5	2.7	92.5	2.7	1147.8	3407.5
CC 92.5 x 92.5 x 2.4	6 - 9	92.5	2.4	92.5	2.4	1019.9	3017.2
CC 92.5 x 92.5 x 2.1	10 - 13	92.5	2.1	92.5	2.1	890.1	2623.5
CC 92.5 x 92.5 x 1.7	14 - 17	92.5	1.7	92.5	1.7	758.4	2228.2
CC 92.5 x 92.5 x 1.6	18 - 20	92.5	1.6	92.5	1.6	691.9	2029.2

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W21x147	1 - 5	56.0	1.8	31.8	2.9	214.8	177.5
W21x132	6 - 9	55.4	1.7	31.6	2.6	191.8	159.9
W21x122	10 - 13	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W21x111	14 - 17	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W21x101	18 - 20	54.3	1.3	31.2	2.0	145.7	123.4

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
W 14 x 311	1 - 4	43.5	3.6	41.2	589.7	1491.9	1358.9
CV 26 x 26 x 2.5	5 - 8	26.0	2.5	26.0	238.4	603.0	532.9
CV 22 x 22 x 1.4	9 - 12	22.0	1.4	22.0	117.6	297.4	249.6
CV 19 x 19 x 0.8	13 - 16	19.0	0.8	19.0	57.8	146.2	115.3
CV 12 x 12 x 0.6	17 - 20	12.0	0.6	12.0	28.9	73.0	38.1

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 25.1	1 - 4	50.0	25.0	25.1	32875	279.9	279.9
DISIP 25 x 18.6	5 - 8	50.0	25.0	18.6	13349	209.5	209.5
DISIP 25 x 14.6	9 - 12	50.0	25.0	14.6	6490	138.7	138.7
DISIP 25 x 11.6	13 - 16	50.0	25.0	11.6	3242	75.3	75.3
DISIP 25 x 9.2	17 - 20	50.0	25.0	9.2	1626	26.4	26.4

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 50 \beta 25 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _c ton
CC 92.5 x 92.5 x 2.7	1-5	92.5	2.7	92.5	2.7	1147.8	3407.5
CC 92.5 x 92.5 x 2.4	6-9	92.5	2.4	92.5	2.4	1019.9	3017.2
CC 92.5 x 92.5 x 2.1	10-13	92.5	2.1	92.5	2.1	890.1	2623.5
CC 92.5 x 92.5 x 1.7	14-17	92.5	1.7	92.5	1.7	758.4	2228.2
CC 92.5 x 92.5 x 1.6	18-20	92.5	1.6	92.5	1.6	691.9	2029.2

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W21x147	1-5	56.0	1.8	31.8	2.9	214.8	177.5
W21x132	6-9	55.4	1.7	31.6	2.6	191.8	159.9
W21x122	10-13	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W21x111	14-17	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W21x101	18-20	54.3	1.3	31.2	2.0	145.7	123.4

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
W 14 x 311	1-4	43.5	3.6	41.2	589.7	1491.9	1358.9
CV 26 x 26 x 2.5	5-8	26.0	2.5	26.0	238.4	603.0	532.9
CV 22 x 22 x 1.4	9-12	22.0	1.4	22.0	117.6	297.4	249.6
CV 19 x 19 x 0.8	13-16	19.0	0.8	19.0	57.8	146.2	115.3
CV 12 x 12 x 0.6	17-20	12.0	0.6	12.0	28.9	73.0	38.1

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 23.2	1-4	50.0	25.0	23.2	25939	218.3	277.2
DISIP 25 x 17.1	5-8	50.0	25.0	17.1	10500	160.8	204.3
DISIP 25 x 13.5	9-12	50.0	25.0	13.5	5119	104.6	132.9
DISIP 25 x 10.6	13-16	50.0	25.0	10.6	2507	55.6	70.6
DISIP 25 x 8.4	17-20	50.0	25.0	8.4	1241	19.1	24.3

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 50 \beta 25 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _c ton
CC 92.5 x 92.5 x 2.7	1-5	92.5	2.7	92.5	2.7	1147.8	3407.5
CC 92.5 x 92.5 x 2.4	6-9	92.5	2.4	92.5	2.4	1019.9	3017.2
CC 92.5 x 92.5 x 2.1	10-13	92.5	2.1	92.5	2.1	890.1	2623.5
CC 92.5 x 92.5 x 1.7	14-17	92.5	1.7	92.5	1.7	758.4	2228.2
CC 92.5 x 92.5 x 1.6	18-20	92.5	1.6	92.5	1.6	691.9	2029.2

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W21x147	1-5	56.0	1.8	31.8	2.9	214.8	177.5
W21x132	6-9	55.4	1.7	31.6	2.6	191.8	159.9
W21x122	10-13	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W21x111	14-17	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W21x101	18-20	54.3	1.3	31.2	2.0	145.7	123.4

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
W 14 x 311	1-4	43.5	3.6	41.2	589.7	1491.9	1358.9
CV 26 x 26 x 2.5	5-8	26.0	2.5	26.0	238.4	603.0	532.9
CV 22 x 22 x 1.4	9-12	22.0	1.4	22.0	117.6	297.4	249.6
CV 19 x 19 x 0.8	13-16	19.0	0.8	19.0	57.8	146.2	115.3
CV 12 x 12 x 0.6	17-20	12.0	0.6	12.0	28.9	73.0	38.1

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 22.1	1-4	50.0	25.0	22.1	22384	189.6	274.9
DISIP 25 x 16.4	5-8	50.0	25.0	16.4	9108	138.4	200.6
DISIP 25 x 12.9	9-12	50.0	25.0	12.9	4430	88.9	128.9
DISIP 25 x 10.2	13-16	50.0	25.0	10.2	2185	46.9	68.0
DISIP 25 x 8.1	17-20	50.0	25.0	8.1	1106	16.3	23.6

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 75 \beta 25 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _c ton
CC 90 x 90 x 2.7	1-5	90.0	2.7	90.0	2.7	1084.8	3312.6
CC 90 x 90 x 2.4	6-9	90.0	2.4	90.0	2.4	964.1	2933.5
CC 90 x 90 x 2.1	10-13	90.0	2.1	90.0	2.1	841.6	2551.6
CC 90 x 90 x 1.7	14-17	90.0	1.7	90.0	1.7	717.2	2166.8
CC 90 x 90 x 1.6	18-20	90.0	1.6	90.0	1.6	654.3	1973.4

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W24x162	1-5	63.5	1.8	32.9	3.1	269.6	198.2
W24x146	6-9	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W24x131	10-13	62.2	1.5	32.7	2.4	213.1	170.7
W24x117	14-17	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0
W24x104	18-20	61.1	1.3	32.4	1.9	166.5	140.6

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 25.5 x 25.5 x 2.2	1-4	25.5	2.2	25.5	206.9	523.6	461.2
CV 20 x 20 x 1.4	5-8	20.0	1.4	20.0	106.1	268.5	214.3
CV 18 x 18 x 0.8	9-12	18.0	0.8	18.0	54.6	138.2	105.3
CV 16 x 16 x 0.6	13-16	16.0	0.6	16.0	39.0	98.7	69.4
CV 12 x 12 x 0.5	17-20	12.0	0.5	12.0	22.0	55.5	29.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 17.6	1-4	50.0	25.0	17.6	11399	213.8	213.8
DISIP 25 x 14.1	5-8	50.0	25.0	14.1	5876	150.8	150.8
DISIP 25 x 11.3	9-12	50.0	25.0	11.3	2983	91.7	91.7
DISIP 25 x 10.2	13-16	50.0	25.0	10.2	2185	60.5	60.5
DISIP 25 x 8.4	17-20	50.0	25.0	8.4	1241	22.1	22.1

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 75 \beta 25 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _c ton
CC 90 x 90 x 2.7	1-5	90.0	2.7	90.0	2.7	1084.8	3312.6
CC 90 x 90 x 2.4	6-9	90.0	2.4	90.0	2.4	964.1	2933.5
CC 90 x 90 x 2.1	10-13	90.0	2.1	90.0	2.1	841.6	2551.6
CC 90 x 90 x 1.7	14-17	90.0	1.7	90.0	1.7	717.2	2166.8
CC 90 x 90 x 1.6	18-20	90.0	1.6	90.0	1.6	654.3	1973.4

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W24x162	1-5	63.5	1.8	32.9	3.1	269.6	198.2
W24x146	6-9	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W24x131	10-13	62.2	1.5	32.7	2.4	213.1	170.7
W24x117	14-17	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0
W24x104	18-20	61.1	1.3	32.4	1.9	166.5	140.6

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 25.5 x 25.5 x 2.2	1-4	25.5	2.2	25.5	206.9	523.6	461.2
CV 20 x 20 x 1.4	5-8	20.0	1.4	20.0	106.1	268.5	214.3
CV 18 x 18 x 0.8	9-12	18.0	0.8	18.0	54.6	138.2	105.3
CV 16 x 16 x 0.6	13-16	16.0	0.6	16.0	39.0	98.7	69.4
CV 12 x 12 x 0.5	17-20	12.0	0.5	12.0	22.0	55.5	29.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 16.4	1-4	50.0	25.0	16.4	9108	162.2	205.9
DISIP 25 x 13	5-8	50.0	25.0	13.0	4596	111.6	141.8
DISIP 25 x 10.5	9-12	50.0	25.0	10.5	2396	67.6	85.9
DISIP 25 x 9.4	13-16	50.0	25.0	9.4	1712	44.0	55.8
DISIP 25 x 7.8	17-20	50.0	25.0	7.8	981	16.1	20.5

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 75 \beta 25 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 90 x 90 x 2.7	1-5	90.0	2.7	90.0	2.7	1084.8	3312.6
CC 90 x 90 x 2.4	6-9	90.0	2.4	90.0	2.4	964.1	2933.5
CC 90 x 90 x 2.1	10-13	90.0	2.1	90.0	2.1	841.6	2551.6
CC 90 x 90 x 1.7	14-17	90.0	1.7	90.0	1.7	717.2	2166.8
CC 90 x 90 x 1.6	18-20	90.0	1.6	90.0	1.6	654.3	1973.4

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W24x162	1-5	63.5	1.8	32.9	3.1	269.6	198.2
W24x146	6-9	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W24x131	10-13	62.2	1.5	32.7	2.4	213.1	170.7
W24x117	14-17	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0
W24x104	18-20	61.1	1.3	32.4	1.9	166.5	140.6

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 25.5 x 25.5 x 2.2	1-4	25.5	2.2	25.5	206.9	523.6	461.2
CV 20 x 20 x 1.4	5-8	20.0	1.4	20.0	106.1	268.5	214.3
CV 18 x 18 x 0.8	9-12	18.0	0.8	18.0	54.6	138.2	105.3
CV 16 x 16 x 0.6	13-16	16.0	0.6	16.0	39.0	98.7	69.4
CV 12 x 12 x 0.5	17-20	12.0	0.5	12.0	22.0	55.5	29.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 15.6	1-4	50.0	25.0	15.6	7845	137.3	199.1
DISIP 25 x 12.5	5-8	50.0	25.0	12.5	4109	95.1	137.8
DISIP 25 x 10	9-12	50.0	25.0	10.0	2084	56.4	81.8
DISIP 25 x 8.9	13-16	50.0	25.0	8.9	1464	36.3	52.6
DISIP 25 x 7.5	17-20	50.0	25.0	7.5	865	13.5	19.6

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 25 \beta 50 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 95 x 95 x 3.2	1-5	95.0	3.2	95.0	3.2	1412.1	4099.1
CC 95 x 95 x 2.9	6-9	95.0	2.9	95.0	2.9	1279.6	3702.0
CC 95 x 95 x 2.5	10-13	95.0	2.5	95.0	2.5	1145.2	3302.0
CC 95 x 95 x 2.2	14-17	95.0	2.2	95.0	2.2	1008.9	2899.1
CC 95 x 95 x 1.9	18-20	95.0	1.9	95.0	1.9	870.6	2493.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W21x147	1-5	56.0	1.8	31.8	2.9	214.8	177.5
W21x132	6-9	55.4	1.7	31.6	2.6	191.8	159.9
W21x122	10-13	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W21x111	14-17	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W21x101	18-20	54.3	1.3	31.2	2.0	145.7	123.4

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
W 14 x 665	1-4	55.0	7.2	44.8	1264.6	3199.4	2974.1
CV 25 x 25 x 3.5	5-8	25.0	3.5	25.0	300.5	760.2	652.8
CV 18 x 18 x 2.5	9-12	18.0	2.5	18.0	157.1	397.4	283.3
CV 17 x 17 x 1.3	13-16	17.0	1.3	17.0	79.9	202.2	144.9
CV 14 x 14 x 0.6	17-20	14.0	0.6	14.0	33.9	85.9	53.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 40.6	1-4	50.0	25.0	40.6	139836	318.9	318.9
DISIP 25 x 25.2	5-8	50.0	25.0	25.2	33504	232.0	232.0
DISIP 25 x 20.3	9-12	50.0	25.0	20.3	17480	166.8	166.8
DISIP 25 x 16.2	13-16	50.0	25.0	16.2	8845	97.5	97.5
DISIP 25 x 12.2	17-20	50.0	25.0	12.2	3805	31.8	31.8

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 25 \beta 50 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 95 x 95 x 3.2	1-5	95.0	3.2	95.0	3.2	1412.1	4099.1
CC 95 x 95 x 2.9	6-9	95.0	2.9	95.0	2.9	1279.6	3702.0
CC 95 x 95 x 2.5	10-13	95.0	2.5	95.0	2.5	1145.2	3302.0
CC 95 x 95 x 2.2	14-17	95.0	2.2	95.0	2.2	1008.9	2899.1
CC 95 x 95 x 1.9	18-20	95.0	1.9	95.0	1.9	870.6	2493.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W21x147	1-5	56.0	1.8	31.8	2.9	214.8	177.5
W21x132	6-9	55.4	1.7	31.6	2.6	191.8	159.9
W21x122	10-13	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W21x111	14-17	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W21x101	18-20	54.3	1.3	31.2	2.0	145.7	123.4

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
W 14 x 665	1-4	55.0	7.2	44.8	1264.6	3199.4	2974.1
CV 25 x 25 x 3.5	5-8	25.0	3.5	25.0	300.5	760.2	652.8
CV 18 x 18 x 2.5	9-12	18.0	2.5	18.0	157.1	397.4	283.3
CV 17 x 17 x 1.3	13-16	17.0	1.3	17.0	79.9	202.2	144.9
CV 14 x 14 x 0.6	17-20	14.0	0.6	14.0	33.9	85.9	53.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 37.6	1-4	50.0	25.0	37.6	110955	252.4	320.5
DISIP 25 x 23.3	5-8	50.0	25.0	23.3	26476	181.0	229.8
DISIP 25 x 18.7	9-12	50.0	25.0	18.7	13694	128.5	163.2
DISIP 25 x 14.9	13-16	50.0	25.0	14.9	6923	74.2	94.3
DISIP 25 x 11.3	17-20	50.0	25.0	11.3	2983	24.0	30.5

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 25 \beta 50 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 95 x 95 x 3.2	1-5	95.0	3.2	95.0	3.2	1412.1	4099.1
CC 95 x 95 x 2.9	6-9	95.0	2.9	95.0	2.9	1279.6	3702.0
CC 95 x 95 x 2.5	10-13	95.0	2.5	95.0	2.5	1145.2	3302.0
CC 95 x 95 x 2.2	14-17	95.0	2.2	95.0	2.2	1008.9	2899.1
CC 95 x 95 x 1.9	18-20	95.0	1.9	95.0	1.9	870.6	2493.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W21x147	1-5	56.0	1.8	31.8	2.9	214.8	177.5
W21x132	6-9	55.4	1.7	31.6	2.6	191.8	159.9
W21x122	10-13	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W21x111	14-17	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W21x101	18-20	54.3	1.3	31.2	2.0	145.7	123.4

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
W 14 x 665	1-4	55.0	7.2	44.8	1264.6	3199.4	2974.1
CV 25 x 25 x 3.5	5-8	25.0	3.5	25.0	300.5	760.2	652.8
CV 18 x 18 x 2.5	9-12	18.0	2.5	18.0	157.1	397.4	283.3
CV 17 x 17 x 1.3	13-16	17.0	1.3	17.0	79.9	202.2	144.9
CV 14 x 14 x 0.6	17-20	14.0	0.6	14.0	33.9	85.9	53.4

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 35.9	1-4	50.0	25.0	35.9	96211	221.6	321.3
DISIP 25 x 22.2	5-8	50.0	25.0	22.2	22871	157.1	227.7
DISIP 25 x 17.9	9-12	50.0	25.0	17.9	12026	111.1	161.0
DISIP 25 x 14.3	13-16	50.0	25.0	14.3	6076	63.7	92.4
DISIP 25 x 10.8	17-20	50.0	25.0	10.8	2621	20.5	29.7

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 50 \beta 50 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 85 x 85 x 2.7	1-5	85.0	2.7	85.0	2.7	964.2	3121.8
CC 85 x 85 x 2.4	6-9	85.0	2.4	85.0	2.4	857.2	2765.3
CC 85 x 85 x 2.1	10-13	85.0	2.1	85.0	2.1	748.6	2405.9
CC 85 x 85 x 1.7	14-17	85.0	1.7	85.0	1.7	638.3	2043.7
CC 85 x 85 x 1.6	18-20	85.0	1.6	85.0	1.6	582.4	1861.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_w ton
W21x147	1-5	56.0	1.8	31.8	2.9	214.8	177.5
W21x132	6-9	55.4	1.7	31.6	2.6	191.8	159.9
W21x122	10-13	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W21x111	14-17	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W21x101	18-20	54.3	1.3	31.2	2.0	145.7	123.4

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 25 x 25 x 3.3	1-4	25.0	3.3	25.0	288.9	731.0	629.2
CV 23 x 23 x 1.7	5-8	23.0	1.7	23.0	148.5	375.6	319.8
CV 22 x 22 x 1.4	9-12	22.0	1.4	22.0	117.6	297.4	249.6
CV 18.5 x 18.5 x 0.8	13-16	18.5	0.8	18.5	56.2	142.2	110.3
CV 13 x 13 x 0.6	17-20	13.0	0.6	13.0	31.4	79.5	45.6

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 24.9	1-4	50.0	25.0	24.9	32255	256.1	256.1
DISIP 25 x 20	5-8	50.0	25.0	20.0	16673	195.6	195.6
DISIP 25 x 18.4	9-12	50.0	25.0	18.4	13010	157.0	157.0
DISIP 25 x 14.4	13-16	50.0	25.0	14.4	6281	84.2	84.2
DISIP 25 x 11.9	17-20	50.0	25.0	11.9	3516	32.8	32.8

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 50 \beta 50 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 85 x 85 x 2.7	1-5	85.0	2.7	85.0	2.7	964.2	3121.8
CC 85 x 85 x 2.4	6-9	85.0	2.4	85.0	2.4	857.2	2765.3
CC 85 x 85 x 2.1	10-13	85.0	2.1	85.0	2.1	748.6	2405.9
CC 85 x 85 x 1.7	14-17	85.0	1.7	85.0	1.7	638.3	2043.7
CC 85 x 85 x 1.6	18-20	85.0	1.6	85.0	1.6	582.4	1861.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_w ton
W21x147	1-5	56.0	1.8	31.8	2.9	214.8	177.5
W21x132	6-9	55.4	1.7	31.6	2.6	191.8	159.9
W21x122	10-13	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W21x111	14-17	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W21x101	18-20	54.3	1.3	31.2	2.0	145.7	123.4

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 25 x 25 x 3.3	1-4	25.0	3.3	25.0	288.9	731.0	629.2
CV 23 x 23 x 1.7	5-8	23.0	1.7	23.0	148.5	375.6	319.8
CV 22 x 22 x 1.4	9-12	22.0	1.4	22.0	117.6	297.4	249.6
CV 18.5 x 18.5 x 0.8	13-16	18.5	0.8	18.5	56.2	142.2	110.3
CV 13 x 13 x 0.6	17-20	13.0	0.6	13.0	31.4	79.5	45.6

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 23	1-4	50.0	25.0	23.0	25410	199.4	253.2
DISIP 25 x 18.4	5-8	50.0	25.0	18.4	13010	150.3	190.9
DISIP 25 x 17	9-12	50.0	25.0	17.0	10211	120.6	153.1
DISIP 25 x 13.3	13-16	50.0	25.0	13.3	4940	64.0	81.3
DISIP 25 x 11	17-20	50.0	25.0	11.0	2738	24.7	31.4

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 50 \beta 50 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 85 x 85 x 2.7	1-5	85.0	2.7	85.0	2.7	964.2	3121.8
CC 85 x 85 x 2.4	6-9	85.0	2.4	85.0	2.4	857.2	2765.3
CC 85 x 85 x 2.1	10-13	85.0	2.1	85.0	2.1	748.6	2405.9
CC 85 x 85 x 1.7	14-17	85.0	1.7	85.0	1.7	638.3	2043.7
CC 85 x 85 x 1.6	18-20	85.0	1.6	85.0	1.6	582.4	1861.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_w ton
W21x147	1-5	56.0	1.8	31.8	2.9	214.8	177.5
W21x132	6-9	55.4	1.7	31.6	2.6	191.8	159.9
W21x122	10-13	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W21x111	14-17	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W21x101	18-20	54.3	1.3	31.2	2.0	145.7	123.4

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 25 x 25 x 3.3	1-4	25.0	3.3	25.0	288.9	731.0	629.2
CV 23 x 23 x 1.7	5-8	23.0	1.7	23.0	148.5	375.6	319.8
CV 22 x 22 x 1.4	9-12	22.0	1.4	22.0	117.6	297.4	249.6
CV 18.5 x 18.5 x 0.8	13-16	18.5	0.8	18.5	56.2	142.2	110.3
CV 13 x 13 x 0.6	17-20	13.0	0.6	13.0	31.4	79.5	45.6

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 21.9	1-4	50.0	25.0	21.9	21905	172.8	250.5
DISIP 25 x 17.6	5-8	50.0	25.0	17.6	11399	129.7	188.0
DISIP 25 x 16.4	9-12	50.0	25.0	16.4	9108	104.4	151.3
DISIP 25 x 12.7	13-16	50.0	25.0	12.7	4267	54.5	79.0
DISIP 25 x 10.5	17-20	50.0	25.0	10.5	2396	21.1	30.6

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 75 \beta 50 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	P_{cr} ton
CC 90 x 90 x 2.7	1-5	90.0	2.7	90.0	2.7	1084.8	3312.6
CC 90 x 90 x 2.4	6-9	90.0	2.4	90.0	2.4	964.1	2933.5
CC 90 x 90 x 2.1	10-13	90.0	2.1	90.0	2.1	841.6	2551.6
CC 90 x 90 x 1.7	14-17	90.0	1.7	90.0	1.7	717.2	2166.8
CC 90 x 90 x 1.6	18-20	90.0	1.6	90.0	1.6	654.3	1973.4

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	t_f cm	M_p ton-m	V_w ton
W24x162	1-5	63.5	1.8	32.9	3.1	269.6	198.2
W24x146	6-9	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W24x131	10-13	62.2	1.5	32.7	2.4	213.1	170.7
W24x117	14-17	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0
W24x104	18-20	61.1	1.3	32.4	1.9	166.5	140.6

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t_w cm	B_f cm	A cm ²	P_y ton	P_c ton
CV 23 x 23 x 1.4	1-4	23.0	1.4	23.0	123.3	311.9	267.0
CV 20 x 20 x 1	5-8	20.0	1.0	20.0	72.6	183.6	148.4
CV 19 x 19 x 0.8	9-12	19.0	0.8	19.0	57.8	146.2	115.3
CV 16 x 16 x 0.8	13-16	16.0	0.8	16.0	48.3	122.1	85.2
CV 12.5 x 12.5 x 0.5	17-20	12.5	0.5	12.5	22.9	58.0	32.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B_{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V_y ton	V_u ton
DISIP 25 x 18.7	1-4	50.0	25.0	18.7	13694	199.7	199.7
DISIP 25 x 15.7	5-8	50.0	25.0	15.7	8087	145.1	145.1
DISIP 25 x 14.6	9-12	50.0	25.0	14.6	6490	114.0	114.0
DISIP 25 x 13.7	13-16	50.0	25.0	13.7	5301	80.4	80.4
DISIP 25 x 10.6	17-20	50.0	25.0	10.6	2507	25.8	25.8

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 75 \beta 50 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 90 x 90 x 2.7	1-5	90.0	2.7	90.0	2.7	1084.8	3312.6
CC 90 x 90 x 2.4	6-9	90.0	2.4	90.0	2.4	964.1	2933.5
CC 90 x 90 x 2.1	10-13	90.0	2.1	90.0	2.1	841.6	2551.6
CC 90 x 90 x 1.7	14-17	90.0	1.7	90.0	1.7	717.2	2166.8
CC 90 x 90 x 1.6	18-20	90.0	1.6	90.0	1.6	654.3	1973.4

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W24x162	1-5	63.5	1.8	32.9	3.1	269.6	198.2
W24x146	6-9	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W24x131	10-13	62.2	1.5	32.7	2.4	213.1	170.7
W24x117	14-17	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0
W24x104	18-20	61.1	1.3	32.4	1.9	166.5	140.6

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 23 x 23 x 1.4	1-4	23.0	1.4	23.0	123.3	311.9	267.0
CV 20 x 20 x 1	5-8	20.0	1.0	20.0	72.6	183.6	148.4
CV 19 x 19 x 0.8	9-12	19.0	0.8	19.0	57.8	146.2	115.3
CV 16 x 16 x 0.8	13-16	16.0	0.8	16.0	48.3	122.1	85.2
CV 12.5 x 12.5 x 0.5	17-20	12.5	0.5	12.5	22.9	58.0	32.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 17.3	1-4	50.0	25.0	17.3	10794	152.1	193.2
DISIP 25 x 14.4	5-8	50.0	25.0	14.4	6281	109.1	138.6
DISIP 25 x 13.5	9-12	50.0	25.0	13.5	5119	86.1	109.4
DISIP 25 x 12.7	13-16	50.0	25.0	12.7	4267	61.0	77.5
DISIP 25 x 9.8	17-20	50.0	25.0	9.8	1986	19.3	24.5

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 75 \beta 50 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 90 x 90 x 2.7	1-5	90.0	2.7	90.0	2.7	1084.8	3312.6
CC 90 x 90 x 2.4	6-9	90.0	2.4	90.0	2.4	964.1	2933.5
CC 90 x 90 x 2.1	10-13	90.0	2.1	90.0	2.1	841.6	2551.6
CC 90 x 90 x 1.7	14-17	90.0	1.7	90.0	1.7	717.2	2166.8
CC 90 x 90 x 1.6	18-20	90.0	1.6	90.0	1.6	654.3	1973.4

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W24x162	1-5	63.5	1.8	32.9	3.1	269.6	198.2
W24x146	6-9	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W24x131	10-13	62.2	1.5	32.7	2.4	213.1	170.7
W24x117	14-17	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0
W24x104	18-20	61.1	1.3	32.4	1.9	166.5	140.6

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 23 x 23 x 1.4	1-4	23.0	1.4	23.0	123.3	311.9	267.0
CV 20 x 20 x 1	5-8	20.0	1.0	20.0	72.6	183.6	148.4
CV 19 x 19 x 0.8	9-12	19.0	0.8	19.0	57.8	146.2	115.3
CV 16 x 16 x 0.8	13-16	16.0	0.8	16.0	48.3	122.1	85.2
CV 12.5 x 12.5 x 0.5	17-20	12.5	0.5	12.5	22.9	58.0	32.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 16.5	1-4	50.0	25.0	16.5	9376	130.1	188.7
DISIP 25 x 13.8	5-8	50.0	25.0	13.8	5489	92.3	133.8
DISIP 25 x 12.9	9-12	50.0	25.0	12.9	4430	73.1	106.0
DISIP 25 x 12.1	13-16	50.0	25.0	12.1	3659	51.7	75.0
DISIP 25 x 9.4	17-20	50.0	25.0	9.4	1712	16.3	23.7

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 25 \beta 75 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 95 x 95 x 3.2	1-5	95.0	3.2	95.0	3.2	1412.1	4099.1
CC 95 x 95 x 2.9	6-9	95.0	2.9	95.0	2.9	1279.6	3702.0
CC 95 x 95 x 2.5	10-13	95.0	2.5	95.0	2.5	1145.2	3302.0
CC 95 x 95 x 2.2	14-17	95.0	2.2	95.0	2.2	1008.9	2899.1
CC 95 x 95 x 1.9	18-20	95.0	1.9	95.0	1.9	870.6	2493.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W21x147	1-5	56.0	1.8	31.8	2.9	214.8	177.5
W21x132	6-9	55.4	1.7	31.6	2.6	191.8	159.9
W21x122	10-13	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W21x111	14-17	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W21x101	18-20	54.3	1.3	31.2	2.0	145.7	123.4

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
W 14 x 500	1-4	49.8	5.6	43.2	948.4	2399.5	2214.0
CV 21 x 21 x 3.3	5-8	21.0	3.3	21.0	235.6	596.0	466.2
CV 20 x 20 x 2.5	9-12	20.0	2.5	20.0	177.4	448.8	347.1
CV 18.5 x 18.5 x 1.3	13-16	18.5	1.3	18.5	87.5	221.4	169.0
CV 13.5 x 13.5 x 0.6	17-20	13.5	0.6	13.5	32.7	82.7	49.5

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 42.4	1-4	50.0	25.0	42.4	158648	315.6	315.6
DISIP 25 x 26.7	5-8	50.0	25.0	26.7	39521	221.2	221.2
DISIP 25 x 24.1	9-12	50.0	25.0	24.1	29271	180.8	180.8
DISIP 25 x 19.1	13-16	50.0	25.0	19.1	14403	103.5	103.5
DISIP 25 x 13.8	17-20	50.0	25.0	13.8	5489	31.8	31.8

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 25 \beta 75 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 95 x 95 x 3.2	1-5	95.0	3.2	95.0	3.2	1412.1	4099.1
CC 95 x 95 x 2.9	6-9	95.0	2.9	95.0	2.9	1279.6	3702.0
CC 95 x 95 x 2.5	10-13	95.0	2.5	95.0	2.5	1145.2	3302.0
CC 95 x 95 x 2.2	14-17	95.0	2.2	95.0	2.2	1008.9	2899.1
CC 95 x 95 x 1.9	18-20	95.0	1.9	95.0	1.9	870.6	2493.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W21x147	1-5	56.0	1.8	31.8	2.9	214.8	177.5
W21x132	6-9	55.4	1.7	31.6	2.6	191.8	159.9
W21x122	10-13	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W21x111	14-17	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W21x101	18-20	54.3	1.3	31.2	2.0	145.7	123.4

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
W 14 x 500	1-4	49.8	5.6	43.2	948.5	2399.7	2214.0
CV 21 x 21 x 3.3	5-8	21.0	3.3	21.0	235.6	596.0	466.2
CV 20 x 20 x 2.5	9-12	20.0	2.5	20.0	177.4	448.8	347.1
CV 18.5 x 18.5 x 1.3	13-16	18.5	1.3	18.5	87.5	221.4	169.0
CV 13.5 x 13.5 x 0.6	17-20	13.5	0.6	13.5	32.7	82.7	49.5

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 39.1	1-4	50.0	25.0	39.1	124081	248.9	316.1
DISIP 25 x 24.6	5-8	50.0	25.0	24.6	31038	171.7	218.1
DISIP 25 x 22.4	9-12	50.0	25.0	22.4	23365	140.6	178.5
DISIP 25 x 17.6	13-16	50.0	25.0	17.6	11399	79.7	101.2
DISIP 25 x 12.7	17-20	50.0	25.0	12.7	4267	24.2	30.7

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 25 \beta 75 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 95 x 95 x 3.2	1-5	95.0	3.2	95.0	3.2	1412.1	4099.1
CC 95 x 95 x 2.9	6-9	95.0	2.9	95.0	2.9	1279.6	3702.0
CC 95 x 95 x 2.5	10-13	95.0	2.5	95.0	2.5	1145.2	3302.0
CC 95 x 95 x 2.2	14-17	95.0	2.2	95.0	2.2	1008.9	2899.1
CC 95 x 95 x 1.9	18-20	95.0	1.9	95.0	1.9	870.6	2493.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W21x147	1-5	56.0	1.8	31.8	2.9	214.8	177.5
W21x132	6-9	55.4	1.7	31.6	2.6	191.8	159.9
W21x122	10-13	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W21x111	14-17	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W21x101	18-20	54.3	1.3	31.2	2.0	145.7	123.4

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
W 14 x 500	1-4	49.8	5.6	43.2	948.4	2399.5	2214.0
CV 21 x 21 x 3.3	5-8	21.0	3.3	21.0	235.6	596.0	466.2
CV 20 x 20 x 2.5	9-12	20.0	2.5	20.0	177.4	448.8	347.1
CV 18.5 x 18.5 x 1.3	13-16	18.5	1.3	18.5	87.5	221.4	169.0
CV 13.5 x 13.5 x 0.6	17-20	13.5	0.6	13.5	32.7	82.7	49.5

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 37.5	1-4	50.0	25.0	37.5	109556	218.4	316.7
DISIP 25 x 23.5	5-8	50.0	25.0	23.5	27020	149.0	216.0
DISIP 25 x 21.4	9-12	50.0	25.0	21.4	20507	122.1	177.0
DISIP 25 x 16.8	13-16	50.0	25.0	16.8	9927	68.7	99.6
DISIP 25 x 12.2	17-20	50.0	25.0	12.2	3805	20.9	30.3

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 50 \beta 75 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 85 x 85 x 2.7	1-5	85.0	2.7	85.0	2.7	964.2	3121.8
CC 85 x 85 x 2.4	6-9	85.0	2.4	85.0	2.4	857.2	2765.3
CC 85 x 85 x 2.1	10-13	85.0	2.1	85.0	2.1	748.6	2405.9
CC 85 x 85 x 1.7	14-17	85.0	1.7	85.0	1.7	638.3	2043.7
CC 85 x 85 x 1.6	18-20	85.0	1.6	85.0	1.6	582.4	1861.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W21x147	1-5	56.0	1.8	31.8	2.9	214.8	177.5
W21x132	6-9	55.4	1.7	31.6	2.6	191.8	159.9
W21x122	10-13	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W21x111	14-17	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W21x101	18-20	54.3	1.3	31.2	2.0	145.7	123.4

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 24.5 x 24.5 x 2.5	1-4	24.5	2.5	24.5	223.1	564.5	487.4
CV 20 x 20 x 1.7	5-8	20.0	1.7	20.0	127.5	322.6	255.2
CV 17 x 17 x 1.4	9-12	17.0	1.4	17.0	89.0	225.1	160.3
CV 15 x 15 x 1	13-16	15.0	1.0	15.0	53.5	135.4	88.3
CV 13.5 x 13.5 x 0.6	17-20	13.5	0.6	13.5	32.7	82.7	49.5

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 26.2	1-4	50.0	25.0	26.2	37441	249.4	249.4
DISIP 25 x 21.7	5-8	50.0	25.0	21.7	21432	196.4	196.4
DISIP 25 x 19.2	9-12	50.0	25.0	19.2	14766	149.1	149.1
DISIP 25 x 16.2	13-16	50.0	25.0	16.2	8845	87.2	87.2
DISIP 25 x 13.8	17-20	50.0	25.0	13.8	5489	36.5	36.5

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 50 \beta 75 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 85 x 85 x 2.7	1-5	85.0	2.7	85.0	2.7	964.2	3121.8
CC 85 x 85 x 2.4	6-9	85.0	2.4	85.0	2.4	857.2	2765.3
CC 85 x 85 x 2.1	10-13	85.0	2.1	85.0	2.1	748.6	2405.9
CC 85 x 85 x 1.7	14-17	85.0	1.7	85.0	1.7	638.3	2043.7
CC 85 x 85 x 1.6	18-20	85.0	1.6	85.0	1.6	582.4	1861.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W21x147	1-5	56.0	1.8	31.8	2.9	214.8	177.5
W21x132	6-9	55.4	1.7	31.6	2.6	191.8	159.9
W21x122	10-13	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W21x111	14-17	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W21x101	18-20	54.3	1.3	31.2	2.0	145.7	123.4

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 24.5 x 24.5 x 2.5	1-4	24.5	2.5	24.5	223.1	564.5	487.4
CV 20 x 20 x 1.7	5-8	20.0	1.7	20.0	127.5	322.6	255.2
CV 17 x 17 x 1.4	9-12	17.0	1.4	17.0	89.0	225.1	160.3
CV 15 x 15 x 1	13-16	15.0	1.0	15.0	53.5	135.4	88.3
CV 13.5 x 13.5 x 0.6	17-20	13.5	0.6	13.5	32.7	82.7	49.5

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 24.1	1-4	50.0	25.0	24.1	29271	194.2	246.7
DISIP 25 x 20	5-8	50.0	25.0	20.0	16673	151.7	192.6
DISIP 25 x 17.8	9-12	50.0	25.0	17.8	11710	115.2	146.3
DISIP 25 x 14.9	13-16	50.0	25.0	14.9	6923	69.2	87.9
DISIP 25 x 12.7	17-20	50.0	25.0	12.7	4267	27.9	35.4

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 50 \beta 75 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 85 x 85 x 2.7	1-5	85.0	2.7	85.0	2.7	964.2	3121.8
CC 85 x 85 x 2.4	6-9	85.0	2.4	85.0	2.4	857.2	2765.3
CC 85 x 85 x 2.1	10-13	85.0	2.1	85.0	2.1	748.6	2405.9
CC 85 x 85 x 1.7	14-17	85.0	1.7	85.0	1.7	638.3	2043.7
CC 85 x 85 x 1.6	18-20	85.0	1.6	85.0	1.6	582.4	1861.5

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W21x147	1-5	56.0	1.8	31.8	2.9	214.8	177.5
W21x132	6-9	55.4	1.7	31.6	2.6	191.8	159.9
W21x122	10-13	55.1	1.5	31.5	2.4	176.8	147.6
W21x111	14-17	54.6	1.4	31.3	2.2	160.7	135.8
W21x101	18-20	54.3	1.3	31.2	2.0	145.7	123.4

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 24.5 x 24.5 x 2.5	1-4	24.5	2.5	24.5	223.1	564.5	487.4
CV 20 x 20 x 1.7	5-8	20.0	1.7	20.0	127.5	322.6	255.2
CV 17 x 17 x 1.4	9-12	17.0	1.4	17.0	89.0	225.1	160.3
CV 15 x 15 x 1	13-16	15.0	1.0	15.0	53.5	135.4	88.3
CV 13.5 x 13.5 x 0.6	17-20	13.5	0.6	13.5	32.7	82.7	49.5

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 23	1-4	50.0	25.0	23.0	25410	168.6	244.5
DISIP 25 x 19.2	5-8	50.0	25.0	19.2	14766	131.4	190.6
DISIP 25 x 17	9-12	50.0	25.0	17.0	10211	99.3	144.0
DISIP 25 x 14.3	13-16	50.0	25.0	14.3	6076	59.7	86.5
DISIP 25 x 12.2	17-20	50.0	25.0	12.2	3805	24.1	34.9

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 75 \beta 75 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 97 x 97 x 3.2	1-5	97.0	3.2	97.0	3.2	1474.2	4188.4
CC 97 x 97 x 2.9	6-9	97.0	2.9	97.0	2.9	1335.7	3782.3
CC 97 x 97 x 2.5	10-13	97.0	2.5	97.0	2.5	1195.2	3373.4
CC 97 x 97 x 2.2	14-17	97.0	2.2	97.0	2.2	1052.8	2961.6
CC 97 x 97 x 1.9	18-20	97.0	1.9	97.0	1.9	908.4	2547.1

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W24x162	1-5	63.5	1.8	32.9	3.1	269.6	198.2
W24x146	6-9	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W24x131	10-13	62.2	1.5	32.7	2.4	213.1	170.7
W24x117	14-17	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0
W24x104	18-20	61.1	1.3	32.4	1.9	166.5	140.6

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 23 x 23 x 1.4	1-4	23.0	1.4	23.0	123.3	311.9	267.0
CV 21 x 21 x 1	5-8	21.0	1.0	21.0	76.4	193.2	160.2
CV 18 x 18 x 0.8	9-12	18.0	0.8	18.0	54.6	138.2	105.3
CV 16 x 16 x 0.6	13-16	16.0	0.6	16.0	39.0	98.7	69.4
CV 13 x 13 x 0.5	17-20	13.0	0.5	13.0	23.9	60.4	35.1

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 21.4	1-4	50.0	25.0	21.4	20507	212.5	212.5
DISIP 25 x 18.3	5-8	50.0	25.0	18.3	12676	159.4	159.4
DISIP 25 x 16.4	9-12	50.0	25.0	16.4	9108	119.2	119.2
DISIP 25 x 14.6	13-16	50.0	25.0	14.6	6490	77.8	77.8
DISIP 25 x 12.4	17-20	50.0	25.0	12.4	3955	30.3	30.3

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 75 \beta 75 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 97 x 97 x 3.2	1-5	97.0	3.2	97.0	3.2	1474.2	4188.4
CC 97 x 97 x 2.9	6-9	97.0	2.9	97.0	2.9	1335.7	3782.3
CC 97 x 97 x 2.5	10-13	97.0	2.5	97.0	2.5	1195.2	3373.4
CC 97 x 97 x 2.2	14-17	97.0	2.2	97.0	2.2	1052.8	2961.6
CC 97 x 97 x 1.9	18-20	97.0	1.9	97.0	1.9	908.4	2547.1

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W24x162	1-5	63.5	1.8	32.9	3.1	269.6	198.2
W24x146	6-9	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W24x131	10-13	62.2	1.5	32.7	2.4	213.1	170.7
W24x117	14-17	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0
W24x104	18-20	61.1	1.3	32.4	1.9	166.5	140.6

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 23 x 23 x 1.4	1-4	23.0	1.4	23.0	123.3	311.9	267.0
CV 21 x 21 x 1	5-8	21.0	1.0	21.0	76.4	193.2	160.2
CV 18 x 18 x 0.8	9-12	18.0	0.8	18.0	54.6	138.2	105.3
CV 16 x 16 x 0.6	13-16	16.0	0.6	16.0	39.0	98.7	69.4
CV 13 x 13 x 0.5	17-20	13.0	0.5	13.0	23.9	60.4	35.1

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 19.8	1-4	50.0	25.0	19.8	16279	163.4	207.6
DISIP 25 x 16.8	5-8	50.0	25.0	16.8	9927	121.5	154.3
DISIP 25 x 15.1	9-12	50.0	25.0	15.1	7146	90.7	115.2
DISIP 25 x 13.5	13-16	50.0	25.0	13.5	5119	59.1	75.1
DISIP 25 x 11.4	17-20	50.0	25.0	11.4	3111	23.0	29.2

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M20 \alpha 75 \beta 75 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 97 x 97 x 3.2	1-5	97.0	3.2	97.0	3.2	1474.2	4188.4
CC 97 x 97 x 2.9	6-9	97.0	2.9	97.0	2.9	1335.7	3782.3
CC 97 x 97 x 2.5	10-13	97.0	2.5	97.0	2.5	1195.2	3373.4
CC 97 x 97 x 2.2	14-17	97.0	2.2	97.0	2.2	1052.8	2961.6
CC 97 x 97 x 1.9	18-20	97.0	1.9	97.0	1.9	908.4	2547.1

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _w ton
W24x162	1-5	63.5	1.8	32.9	3.1	269.6	198.2
W24x146	6-9	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W24x131	10-13	62.2	1.5	32.7	2.4	213.1	170.7
W24x117	14-17	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0
W24x104	18-20	61.1	1.3	32.4	1.9	166.5	140.6

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 23 x 23 x 1.4	1-4	23.0	1.4	23.0	123.3	311.9	267.0
CV 21 x 21 x 1	5-8	21.0	1.0	21.0	76.4	193.2	160.2
CV 18 x 18 x 0.8	9-12	18.0	0.8	18.0	54.6	138.2	105.3
CV 16 x 16 x 0.6	13-16	16.0	0.6	16.0	39.0	98.7	69.4
CV 13 x 13 x 0.5	17-20	13.0	0.5	13.0	23.9	60.4	35.1

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 18.9	1-4	50.0	25.0	18.9	14046	140.3	203.4
DISIP 25 x 16.2	5-8	50.0	25.0	16.2	8845	104.7	151.8
DISIP 25 x 14.4	9-12	50.0	25.0	14.4	6281	77.7	112.7
DISIP 25 x 12.9	13-16	50.0	25.0	12.9	4430	50.4	73.1
DISIP 25 x 11	17-20	50.0	25.0	11.0	2738	19.7	28.6

Modelo de 25 niveles

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 25 \beta 25 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 100 x 100 x 3.2	1 - 6	100.0	3.2	100.0	3.2	1570.0	4322.3
CC 100 x 100 x 2.9	7 - 11	100.0	2.9	100.0	2.9	1422.2	3902.8
CC 100 x 100 x 2.5	12 - 16	100.0	2.5	100.0	2.5	1272.3	3480.5
CC 100 x 100 x 2.2	17 - 21	100.0	2.2	100.0	2.2	1120.5	3055.4
CC 100 x 100 x 1.9	22 - 25	100.0	1.9	100.0	1.9	966.6	2364.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 27 x 194	1 - 6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7 - 11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12 - 16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17 - 21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22 - 25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 70 x 70 x 12.9	1 - 5	70.0	12.9	70.0	2939.1	7435.8	7381.7
CV 28 x 28 x 8.6	6 - 10	28.0	8.6	28.0	666.2	1685.4	1432.4
CV 25 x 25 x 4.6	10 - 15	25.0	4.6	25.0	375.6	950.3	802.3
CV 20 x 20 x 2.4	16 - 20	20.0	2.4	20.0	167.8	424.6	329.9
CV 15 x 15 x 1.6	21 - 25	15.0	1.6	15.0	85.2	215.5	135.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 42.7	1 - 5	50.0	25.0	42.7	162240	381.6	381.6
DISIP 25 x 26	6 - 10	50.0	25.0	26.0	36765	264.3	264.3
DISIP 25 x 21.6	10 - 15	50.0	25.0	21.6	20966	186.6	186.6
DISIP 25 x 16.5	16 - 20	50.0	25.0	16.5	9376	103.6	103.6
DISIP 25 x 13.2	21 - 25	50.0	25.0	13.2	4766	39.1	39.1

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 25 \beta 25 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 100 x 100 x 3.2	1 - 6	100.0	3.2	100.0	3.2	1570.0	4322.3
CC 100 x 100 x 2.9	7 - 11	100.0	2.9	100.0	2.9	1422.2	3902.8
CC 100 x 100 x 2.5	12 - 16	100.0	2.5	100.0	2.5	1272.3	3480.5
CC 100 x 100 x 2.2	17 - 21	100.0	2.2	100.0	2.2	1120.5	3055.4
CC 100 x 100 x 1.9	22 - 25	100.0	1.9	100.0	1.9	966.6	2364.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 27 x 194	1 - 6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7 - 11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12 - 16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17 - 21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22 - 25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 70 x 70 x 12.9	1 - 5	70.0	12.9	70.0	2939.1	7435.8	7381.7
CV 28 x 28 x 8.6	6 - 10	28.0	8.6	28.0	666.2	1685.4	1432.4
CV 25 x 25 x 4.6	10 - 15	25.0	4.6	25.0	375.6	950.3	802.3
CV 20 x 20 x 2.4	16 - 20	20.0	2.4	20.0	167.8	424.6	329.9
CV 15 x 15 x 1.6	21 - 25	15.0	1.6	15.0	85.2	215.5	135.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 39.5	1 - 5	50.0	25.0	39.5	128676	301.5	382.9
DISIP 25 x 24.1	6 - 10	50.0	25.0	24.1	29271	203.5	258.4
DISIP 25 x 19.8	10 - 15	50.0	25.0	19.8	16279	142.4	180.9
DISIP 25 x 15.2	16 - 20	50.0	25.0	15.2	7374	78.2	99.4
DISIP 25 x 12.1	21 - 25	50.0	25.0	12.1	3659	29.1	36.9

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 25 \beta 25 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 100 x 100 x 3.2	1 - 6	100.0	3.2	100.0	3.2	1570.0	4322.3
CC 100 x 100 x 2.9	7 - 11	100.0	2.9	100.0	2.9	1422.2	3902.8
CC 100 x 100 x 2.5	12 - 16	100.0	2.5	100.0	2.5	1272.3	3480.5
CC 100 x 100 x 2.2	17 - 21	100.0	2.2	100.0	2.2	1120.5	3055.4
CC 100 x 100 x 1.9	22 - 25	100.0	1.9	100.0	1.9	966.6	2364.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 27 x 194	1 - 6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7 - 11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12 - 16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17 - 21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22 - 25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 70 x 70 x 12.9	1 - 5	70.0	12.9	70.0	2939.1	7435.8	7381.7
CV 28 x 28 x 8.6	6 - 10	28.0	8.6	28.0	666.2	1685.4	1432.4
CV 25 x 25 x 4.6	10 - 15	25.0	4.6	25.0	375.6	950.3	802.3
CV 20 x 20 x 2.4	16 - 20	20.0	2.4	20.0	167.8	424.6	329.9
CV 15 x 15 x 1.6	21 - 25	15.0	1.6	15.0	85.2	215.5	135.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 37.8	1 - 5	50.0	25.0	37.8	112365	264.6	383.7
DISIP 25 x 23	6 - 10	50.0	25.0	23.0	25410	175.3	254.1
DISIP 25 x 19.1	10 - 15	50.0	25.0	19.1	14403	122.7	177.9
DISIP 25 x 14.6	16 - 20	50.0	25.0	14.6	6490	66.8	96.8
DISIP 25 x 11.6	21 - 25	50.0	25.0	11.6	3242	24.8	36.0

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 50 \beta 25 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 100 x 100 x 3.2	1 - 6	100.0	3.2	100.0	3.2	1570.0	4322.3
CC 100 x 100 x 2.9	7 - 11	100.0	2.9	100.0	2.9	1422.2	3902.8
CC 100 x 100 x 2.5	12 - 16	100.0	2.5	100.0	2.5	1272.3	3480.5
CC 100 x 100 x 2.2	17 - 21	100.0	2.2	100.0	2.2	1120.5	3055.4
CC 100 x 100 x 1.9	22 - 25	100.0	1.9	100.0	1.9	966.6	2364.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 27 x 194	1 - 6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7 - 11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12 - 16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17 - 21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22 - 25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 60 x 60 x 4.3	1 - 5	60.0	4.3	60.0	955.2	2416.7	2395.5
CV 35 x 35 x 3.7	6 - 10	35.0	3.7	35.0	457.8	1158.4	1095.7
CV 25 x 25 x 3	10 - 15	25.0	3.0	25.0	265.2	671.0	580.3
CV 18 x 18 x 2.1	16 - 20	18.0	2.1	18.0	131.6	332.8	241.8
CV 14 x 14 x 1.3	21 - 25	14.0	1.3	14.0	64.7	163.6	97.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 29.4	1 - 5	50.0	25.0	29.4	52773	325.8	325.8
DISIP 25 x 23	6 - 10	50.0	25.0	23.0	25410	244.3	244.3
DISIP 25 x 19.2	10 - 15	50.0	25.0	19.2	14766	169.4	169.4
DISIP 25 x 15.2	16 - 20	50.0	25.0	15.2	7374	95.6	95.6
DISIP 25 x 12.1	21 - 25	50.0	25.0	12.1	3659	35.3	35.3

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 50 \beta 25 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 100 x 100 x 3.2	1-6	100.0	3.2	100.0	3.2	1570.0	4322.3
CC 100 x 100 x 2.9	7-11	100.0	2.9	100.0	2.9	1422.2	3902.8
CC 100 x 100 x 2.5	12-16	100.0	2.5	100.0	2.5	1272.3	3480.5
CC 100 x 100 x 2.2	17-21	100.0	2.2	100.0	2.2	1120.5	3055.4
CC 100 x 100 x 1.9	22-25	100.0	1.9	100.0	1.9	966.6	2364.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 27 x 194	1-6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7-11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12-16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17-21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22-25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 60 x 60 x 4.3	1-5	60.0	4.3	60.0	955.2	2416.7	2395.5
CV 35 x 35 x 3.7	6-10	35.0	3.7	35.0	457.8	1158.4	1095.7
CV 25 x 25 x 3	10-15	25.0	3.0	25.0	265.2	671.0	580.3
CV 18 x 18 x 2.1	16-20	18.0	2.1	18.0	131.6	332.8	241.8
CV 14 x 14 x 1.3	21-25	14.0	1.3	14.0	64.7	163.6	97.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 27.1	1-5	50.0	25.0	27.1	41676	252.8	321.1
DISIP 25 x 21.3	6-10	50.0	25.0	21.3	20055	186.8	237.2
DISIP 25 x 17.8	10-15	50.0	25.0	17.8	11710	129.9	163.7
DISIP 25 x 14	16-20	50.0	25.0	14.0	5680	71.3	90.5
DISIP 25 x 11.1	21-25	50.0	25.0	11.1	2859	26.4	33.5

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 50 \beta 25 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 100 x 100 x 3.2	1-6	100.0	3.2	100.0	3.2	1570.0	4322.3
CC 100 x 100 x 2.9	7-11	100.0	2.9	100.0	2.9	1422.2	3902.8
CC 100 x 100 x 2.5	12-16	100.0	2.5	100.0	2.5	1272.3	3480.5
CC 100 x 100 x 2.2	17-21	100.0	2.2	100.0	2.2	1120.5	3055.4
CC 100 x 100 x 1.9	22-25	100.0	1.9	100.0	1.9	966.6	2364.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 27 x 194	1-6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7-11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12-16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17-21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22-25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 60 x 60 x 4.3	1-5	60.0	4.3	60.0	955.2	2416.7	2395.5
CV 35 x 35 x 3.7	6-10	35.0	3.7	35.0	457.8	1158.4	1095.7
CV 25 x 25 x 3	10-15	25.0	3.0	25.0	265.2	671.0	580.3
CV 18 x 18 x 2.1	16-20	18.0	2.1	18.0	131.6	332.8	241.8
CV 14 x 14 x 1.3	21-25	14.0	1.3	14.0	64.7	163.6	97.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 26	1-5	50.0	25.0	26.0	36765	219.8	318.8
DISIP 25 x 20.3	6-10	50.0	25.0	20.3	17480	160.4	232.5
DISIP 25 x 17	10-15	50.0	25.0	17.0	10211	110.2	159.8
DISIP 25 x 13.5	16-20	50.0	25.0	13.5	5119	61.1	88.6
DISIP 25 x 10.6	21-25	50.0	25.0	10.6	2507	22.3	32.3

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 75 \beta 25 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 110 x 110 x 3.2	1-6	110.0	3.2	110.0	3.2	1910.9	4768.7
CC 110 x 110 x 2.9	7-11	110.0	2.9	110.0	2.9	1729.9	4304.6
CC 110 x 110 x 2.5	12-16	110.0	2.5	110.0	2.5	1546.8	3837.7
CC 110 x 110 x 2.2	17-21	110.0	2.2	110.0	2.2	1361.4	3367.9
CC 110 x 110 x 1.9	22-25	110.0	1.9	110.0	1.9	1173.7	2894.1

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 27 x 194	1-6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7-11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12-16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17-21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22-25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 25 x 25 x 4.9	1-5	25.0	4.9	25.0	395.3	1000.0	840.2
CV 22 x 22 x 2.7	6-10	22.0	2.7	22.0	208.4	527.1	430.8
CV 18 x 18 x 1.6	10-15	18.0	1.6	18.0	104.2	263.7	195.1
CV 15 x 15 x 1.3	16-20	15.0	1.3	15.0	69.7	176.5	112.9
CV 12 x 12 x 0.8	21-25	12.0	0.8	12.0	35.6	90.0	46.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 21.9	1-5	50.0	25.0	21.9	21905	285.0	285.0
DISIP 25 x 17.8	6-10	50.0	25.0	17.8	11710	201.8	201.8
DISIP 25 x 14.1	10-15	50.0	25.0	14.1	5876	124.0	124.0
DISIP 25 x 12.2	16-20	50.0	25.0	12.2	3805	77.1	77.1
DISIP 25 x 9.8	21-25	50.0	25.0	9.8	1986	28.9	28.9

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 75 \beta 25 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 110 x 110 x 3.2	1-6	110.0	3.2	110.0	3.2	1910.9	4768.7
CC 110 x 110 x 2.9	7-11	110.0	2.9	110.0	2.9	1729.9	4304.6
CC 110 x 110 x 2.5	12-16	110.0	2.5	110.0	2.5	1546.8	3837.7
CC 110 x 110 x 2.2	17-21	110.0	2.2	110.0	2.2	1361.4	3367.9
CC 110 x 110 x 1.9	22-25	110.0	1.9	110.0	1.9	1173.7	2894.1

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 27 x 194	1-6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7-11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12-16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17-21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22-25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 25 x 25 x 4.9	1-5	25.0	4.9	25.0	395.3	1000.0	840.2
CV 22 x 22 x 2.7	6-10	22.0	2.7	22.0	208.4	527.1	430.8
CV 18 x 18 x 1.6	10-15	18.0	1.6	18.0	104.2	263.7	195.1
CV 15 x 15 x 1.3	16-20	15.0	1.3	15.0	69.7	176.5	112.9
CV 12 x 12 x 0.8	21-25	12.0	0.8	12.0	35.6	90.0	46.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 20.2	1-5	50.0	25.0	20.2	17073	216.7	275.2
DISIP 25 x 16.4	6-10	50.0	25.0	16.4	9108	151.2	192.1
DISIP 25 x 13	10-15	50.0	25.0	13.0	4596	91.5	116.1
DISIP 25 x 11.4	16-20	50.0	25.0	11.4	3111	57.7	73.2
DISIP 25 x 9	21-25	50.0	25.0	9.0	1544	21.0	26.7

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 75 \beta 25 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 110 x 110 x 3.2	1 - 6	110.0	3.2	110.0	3.2	1910.9	4768.7
CC 110 x 110 x 2.9	7 - 11	110.0	2.9	110.0	2.9	1729.9	4304.6
CC 110 x 110 x 2.5	12 - 16	110.0	2.5	110.0	2.5	1546.8	3837.7
CC 110 x 110 x 2.2	17 - 21	110.0	2.2	110.0	2.2	1361.4	3367.9
CC 110 x 110 x 1.9	22 - 25	110.0	1.9	110.0	1.9	1173.7	2894.1

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 27 x 194	1 - 6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7 - 11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12 - 16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17 - 21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22 - 25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 25 x 25 x 4.9	1 - 5	25.0	4.9	25.0	395.3	1000.0	840.2
CV 22 x 22 x 2.7	6 - 10	22.0	2.7	22.0	208.4	527.1	430.8
CV 18 x 18 x 1.6	10 - 15	18.0	1.6	18.0	104.2	263.7	195.1
CV 15 x 15 x 1.3	16 - 20	15.0	1.3	15.0	69.7	176.5	112.9
CV 12 x 12 x 0.8	21 - 25	12.0	0.8	12.0	35.6	90.0	46.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 19.4	1 - 5	50.0	25.0	19.4	15135	186.1	269.8
DISIP 25 x 15.7	6 - 10	50.0	25.0	15.7	8087	129.5	187.7
DISIP 25 x 12.4	10 - 15	50.0	25.0	12.4	3955	76.4	110.8
DISIP 25 x 10.8	16 - 20	50.0	25.0	10.8	2621	47.7	69.1
DISIP 25 x 8.7	21 - 25	50.0	25.0	8.7	1387	18.0	26.1

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 25 \beta 50 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 100 x 100 x 3.2	1 - 6	100.0	3.2	100.0	3.2	1570.0	4322.3
CC 100 x 100 x 2.9	7 - 11	100.0	2.9	100.0	2.9	1422.2	3902.8
CC 100 x 100 x 2.5	12 - 16	100.0	2.5	100.0	2.5	1272.3	3480.5
CC 100 x 100 x 2.2	17 - 21	100.0	2.2	100.0	2.2	1120.5	3055.4
CC 100 x 100 x 1.9	22 - 25	100.0	1.9	100.0	1.9	966.6	2364.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 27 x 194	1 - 6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7 - 11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12 - 16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17 - 21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22 - 25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 70 x 70 x 6.8	1 - 5	70.0	6.8	70.0	1725.0	4364.1	4341.9
CV 32 x 32 x 8.4	6 - 10	32.0	8.4	32.0	793.8	2008.3	1807.0
CV 25 x 25 x 5.1	10 - 15	25.0	5.1	25.0	404.8	1024.1	858.3
CV 23 x 23 x 2.5	16 - 20	23.0	2.5	23.0	207.9	525.9	441.3
CV 16 x 16 x 2.1	21 - 25	16.0	2.1	16.0	115.0	291.1	190.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 45.1	1 - 5	50.0	25.0	45.1	190922	366.9	366.9
DISIP 25 x 34.8	6 - 10	50.0	25.0	34.8	87545	281.2	281.2
DISIP 25 x 27.8	10 - 15	50.0	25.0	27.8	44670	195.5	195.5
DISIP 25 x 22.2	16 - 20	50.0	25.0	22.2	22871	116.7	116.7
DISIP 25 x 18.3	21 - 25	50.0	25.0	18.3	12676	47.1	47.1

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 25 \beta 50 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 100 x 100 x 3.2	1 - 6	100.0	3.2	100.0	3.2	1570.0	4322.3
CC 100 x 100 x 2.9	7 - 11	100.0	2.9	100.0	2.9	1422.2	3902.8
CC 100 x 100 x 2.5	12 - 16	100.0	2.5	100.0	2.5	1272.3	3480.5
CC 100 x 100 x 2.2	17 - 21	100.0	2.2	100.0	2.2	1120.5	3055.4
CC 100 x 100 x 1.9	22 - 25	100.0	1.9	100.0	1.9	966.6	2364.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 27 x 194	1 - 6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7 - 11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12 - 16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17 - 21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22 - 25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 70 x 70 x 6.8	1 - 5	70.0	6.8	70.0	1725.0	4364.1	4341.9
CV 32 x 32 x 8.4	6 - 10	32.0	8.4	32.0	793.8	2008.3	1807.0
CV 25 x 25 x 5.1	10 - 15	25.0	5.1	25.0	404.8	1024.1	858.3
CV 23 x 23 x 2.5	16 - 20	23.0	2.5	23.0	207.9	525.9	441.3
CV 16 x 16 x 2.1	21 - 25	16.0	2.1	16.0	115.0	291.1	190.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 41.8	1 - 5	50.0	25.0	41.8	151624	286.8	364.2
DISIP 25 x 32.2	6 - 10	50.0	25.0	32.2	69725	221.2	281.0
DISIP 25 x 25.7	10 - 15	50.0	25.0	25.7	35436	151.6	192.5
DISIP 25 x 20.6	16 - 20	50.0	25.0	20.6	18312	90.2	114.5
DISIP 25 x 16.8	21 - 25	50.0	25.0	16.8	9927	36.1	45.8

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 25 \beta 50 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 100 x 100 x 3.2	1 - 6	100.0	3.2	100.0	3.2	1570.0	4322.3
CC 100 x 100 x 2.9	7 - 11	100.0	2.9	100.0	2.9	1422.2	3902.8
CC 100 x 100 x 2.5	12 - 16	100.0	2.5	100.0	2.5	1272.3	3480.5
CC 100 x 100 x 2.2	17 - 21	100.0	2.2	100.0	2.2	1120.5	3055.4
CC 100 x 100 x 1.9	22 - 25	100.0	1.9	100.0	1.9	966.6	2364.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 27 x 194	1 - 6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7 - 11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12 - 16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17 - 21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22 - 25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 70 x 70 x 6.8	1 - 5	70.0	6.8	70.0	1725.0	4364.1	4341.9
CV 32 x 32 x 8.4	6 - 10	32.0	8.4	32.0	793.8	2008.3	1807.0
CV 25 x 25 x 5.1	10 - 15	25.0	5.1	25.0	404.8	1024.1	858.3
CV 23 x 23 x 2.5	16 - 20	23.0	2.5	23.0	207.9	525.9	441.3
CV 16 x 16 x 2.1	21 - 25	16.0	2.1	16.0	115.0	291.1	190.0

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 39.8	1 - 5	50.0	25.0	39.8	131802	251.2	364.2
DISIP 25 x 30.8	6 - 10	50.0	25.0	30.8	60856	193.8	281.0
DISIP 25 x 24.6	10 - 15	50.0	25.0	24.6	31038	132.8	192.5
DISIP 25 x 19.7	16 - 20	50.0	25.0	19.7	15892	79.0	114.5
DISIP 25 x 16.2	21 - 25	50.0	25.0	16.2	8845	31.6	45.8

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 50 \beta 50 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 100 x 100 x 3.2	1-6	100.0	3.2	100.0	3.2	1570.0	4322.3
CC 100 x 100 x 2.9	7-11	100.0	2.9	100.0	2.9	1422.2	3902.8
CC 100 x 100 x 2.5	12-16	100.0	2.5	100.0	2.5	1272.3	3480.5
CC 100 x 100 x 2.2	17-21	100.0	2.2	100.0	2.2	1120.5	3055.4
CC 100 x 100 x 1.9	22-25	100.0	1.9	100.0	1.9	966.6	2364.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 27 x 194	1-6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7-11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12-16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17-21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22-25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
W 12x305	1-5	41.5	4.1	33.6	578.1	1462.6	1244.6
CV 25 x 25 x 3.3	6-10	25.0	3.3	25.0	288.9	731.0	629.2
CV 20 x 20 x 2.1	10-15	20.0	2.1	20.0	148.1	374.6	293.7
CV 17 x 17 x 1.3	16-20	17.0	1.3	17.0	79.9	202.2	144.9
CV 12 x 12 x 0.8	21-25	12.0	0.8	12.0	35.6	90.0	46.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 31.3	1-5	50.0	25.0	31.3	63723	317.2	317.2
DISIP 25 x 24.9	6-10	50.0	25.0	24.9	32255	239.0	239.0
DISIP 25 x 19.8	10-15	50.0	25.0	19.8	16279	157.9	157.9
DISIP 25 x 16.2	16-20	50.0	25.0	16.2	8845	91.8	91.8
DISIP 25 x 12.4	21-25	50.0	25.0	12.4	3955	31.3	31.3

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 50 \beta 50 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 100 x 100 x 3.2	1-6	100.0	3.2	100.0	3.2	1570.0	4322.3
CC 100 x 100 x 2.9	7-11	100.0	2.9	100.0	2.9	1422.2	3902.8
CC 100 x 100 x 2.5	12-16	100.0	2.5	100.0	2.5	1272.3	3480.5
CC 100 x 100 x 2.2	17-21	100.0	2.2	100.0	2.2	1120.5	3055.4
CC 100 x 100 x 1.9	22-25	100.0	1.9	100.0	1.9	966.6	2364.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 27 x 194	1-6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7-11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12-16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17-21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22-25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
W 12x305	1-5	41.5	4.1	33.6	576.3	1458.1	1244.6
CV 25 x 25 x 3.3	6-10	25.0	3.3	25.0	288.9	731.0	629.2
CV 20 x 20 x 2.1	10-15	20.0	2.1	20.0	148.1	374.6	293.7
CV 17 x 17 x 1.3	16-20	17.0	1.3	17.0	79.9	202.2	144.9
CV 12 x 12 x 0.8	21-25	12.0	0.8	12.0	35.6	90.0	46.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 28.9	1-5	50.0	25.0	28.9	50247	246.8	313.5
DISIP 25 x 23	6-10	50.0	25.0	23.0	25410	183.9	233.6
DISIP 25 x 18.4	10-15	50.0	25.0	18.4	13010	120.8	153.5
DISIP 25 x 14.9	16-20	50.0	25.0	14.9	6923	69.5	88.3
DISIP 25 x 11.4	21-25	50.0	25.0	11.4	3111	23.6	30.0

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 50 \beta 50 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 100 x 100 x 3.2	1-6	100.0	3.2	100.0	3.2	1570.0	4322.3
CC 100 x 100 x 2.9	7-11	100.0	2.9	100.0	2.9	1422.2	3902.8
CC 100 x 100 x 2.5	12-16	100.0	2.5	100.0	2.5	1272.3	3480.5
CC 100 x 100 x 2.2	17-21	100.0	2.2	100.0	2.2	1120.5	3055.4
CC 100 x 100 x 1.9	22-25	100.0	1.9	100.0	1.9	966.6	2364.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 27 x 194	1-6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7-11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12-16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17-21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22-25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
W 12x305	1-5	41.5	4.1	33.6	576.3	1458.1	1244.6
CV 25 x 25 x 3.3	6-10	25.0	3.3	25.0	288.9	731.0	629.2
CV 20 x 20 x 2.1	10-15	20.0	2.1	20.0	148.1	374.6	293.7
CV 17 x 17 x 1.3	16-20	17.0	1.3	17.0	79.9	202.2	144.9
CV 12 x 12 x 0.8	21-25	12.0	0.8	12.0	35.6	90.0	46.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 27.6	1-5	50.0	25.0	27.6	43908	214.7	311.3
DISIP 25 x 21.9	6-10	50.0	25.0	21.9	21905	158.4	229.6
DISIP 25 x 17.6	10-15	50.0	25.0	17.6	11399	103.8	150.5
DISIP 25 x 14.3	16-20	50.0	25.0	14.3	6076	59.4	86.2
DISIP 25 x 11	21-25	50.0	25.0	11.0	2738	20.2	29.3

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 75 \beta 50 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 110 x 110 x 3.2	1-6	110.0	3.2	110.0	3.2	1910.9	4768.7
CC 110 x 110 x 2.9	7-11	110.0	2.9	110.0	2.9	1729.9	4304.6
CC 110 x 110 x 2.5	12-16	110.0	2.5	110.0	2.5	1546.8	3837.7
CC 110 x 110 x 2.2	17-21	110.0	2.2	110.0	2.2	1361.4	3367.9
CC 110 x 110 x 1.9	22-25	110.0	1.9	110.0	1.9	1173.7	2894.1

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 27 x 194	1-6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7-11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12-16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17-21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22-25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 22 x 22 x 3.2	1-5	22.0	3.2	22.0	239.1	604.9	489.1
CV 20 x 20 x 2.1	6-10	20.0	2.1	20.0	148.1	374.6	293.7
CV 18 x 18 x 1.7	10-15	18.0	1.7	18.0	113.5	287.2	211.3
CV 15 x 15 x 1.6	16-20	15.0	1.6	15.0	85.2	215.5	135.2
CV 12 x 12 x 0.8	21-25	12.0	0.8	12.0	35.6	90.0	46.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 23.3	1-5	50.0	25.0	23.3	26476	275.7	275.7
DISIP 25 x 19.8	6-10	50.0	25.0	19.8	16279	199.7	199.7
DISIP 25 x 18.3	10-15	50.0	25.0	18.3	12676	150.5	150.5
DISIP 25 x 16.5	16-20	50.0	25.0	16.5	9376	98.3	98.3
DISIP 25 x 12.4	21-25	50.0	25.0	12.4	3955	31.8	31.8

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 75 \beta 50 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 110 x 110 x 3.2	1 - 6	110.0	3.2	110.0	3.2	1910.9	4768.7
CC 110 x 110 x 2.9	7 - 11	110.0	2.9	110.0	2.9	1729.9	4304.6
CC 110 x 110 x 2.5	12 - 16	110.0	2.5	110.0	2.5	1546.8	3837.7
CC 110 x 110 x 2.2	17 - 21	110.0	2.2	110.0	2.2	1361.4	3367.9
CC 110 x 110 x 1.9	22 - 25	110.0	1.9	110.0	1.9	1173.7	2894.1

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 27 x 194	1 - 6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7 - 11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12 - 16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17 - 21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22 - 25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 22 x 22 x 3.2	1 - 5	22.0	3.2	22.0	239.1	604.9	489.1
CV 20 x 20 x 2.1	6 - 10	20.0	2.1	20.0	148.1	374.6	293.7
CV 18 x 18 x 1.7	10 - 15	18.0	1.7	18.0	113.5	287.2	211.3
CV 15 x 15 x 1.6	16 - 20	15.0	1.6	15.0	85.2	215.5	135.2
CV 12 x 12 x 0.8	21 - 25	12.0	0.8	12.0	35.6	90.0	46.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 21.6	1 - 5	50.0	25.0	21.6	20966	210.8	267.7
DISIP 25 x 18.4	6 - 10	50.0	25.0	18.4	13010	152.2	193.3
DISIP 25 x 16.8	10 - 15	50.0	25.0	16.8	9927	113.7	144.5
DISIP 25 x 15.2	16 - 20	50.0	25.0	15.2	7374	74.7	94.8
DISIP 25 x 11.4	21 - 25	50.0	25.0	11.4	3111	24.0	30.5

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 75 \beta 50 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 110 x 110 x 3.2	1 - 6	110.0	3.2	110.0	3.2	1910.9	4768.7
CC 110 x 110 x 2.9	7 - 11	110.0	2.9	110.0	2.9	1729.9	4304.6
CC 110 x 110 x 2.5	12 - 16	110.0	2.5	110.0	2.5	1546.8	3837.7
CC 110 x 110 x 2.2	17 - 21	110.0	2.2	110.0	2.2	1361.4	3367.9
CC 110 x 110 x 1.9	22 - 25	110.0	1.9	110.0	1.9	1173.7	2894.1

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 27 x 194	1 - 6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7 - 11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12 - 16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17 - 21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22 - 25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 22 x 22 x 3.2	1 - 5	22.0	3.2	22.0	239.1	604.9	489.1
CV 20 x 20 x 2.1	6 - 10	20.0	2.1	20.0	148.1	374.6	293.7
CV 18 x 18 x 1.7	10 - 15	18.0	1.7	18.0	113.5	287.2	211.3
CV 15 x 15 x 1.6	16 - 20	15.0	1.6	15.0	85.2	215.5	135.2
CV 12 x 12 x 0.8	21 - 25	12.0	0.8	12.0	35.6	90.0	46.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 20.6	1 - 5	50.0	25.0	20.6	18312	181.1	262.6
DISIP 25 x 17.6	6 - 10	50.0	25.0	17.6	11399	130.4	189.0
DISIP 25 x 16	10 - 15	50.0	25.0	16.0	8587	97.2	140.9
DISIP 25 x 14.6	16 - 20	50.0	25.0	14.6	6490	64.1	92.9
DISIP 25 x 11	21 - 25	50.0	25.0	11.0	2738	20.5	29.8

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 25 \beta 75 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 100 x 100 x 3.2	1 - 6	100.0	3.2	100.0	3.2	1570.0	4322.3
CC 100 x 100 x 2.9	7 - 11	100.0	2.9	100.0	2.9	1422.2	3902.8
CC 100 x 100 x 2.5	12 - 16	100.0	2.5	100.0	2.5	1272.3	3480.5
CC 100 x 100 x 2.2	17 - 21	100.0	2.2	100.0	2.2	1120.5	3055.4
CC 100 x 100 x 1.9	22 - 25	100.0	1.9	100.0	1.9	966.6	2364.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 27 x 194	1 - 6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7 - 11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12 - 16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17 - 21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22 - 25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 65 x 65 x 5.7	1 - 5	65.0	5.7	65.0	1355.3	3428.8	3405.5
CV 30 x 30 x 7.1	6 - 10	30.0	7.1	30.0	653.1	1652.4	1467.0
CV 25 x 25 x 3.8	10 - 15	25.0	3.8	25.0	322.9	817.0	698.3
CV 23 x 23 x 2.2	16 - 20	23.0	2.2	23.0	184.7	467.3	394.5
CV 16 x 16 x 1.3	21 - 25	16.0	1.3	16.0	74.8	189.3	128.9

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 47.6	1 - 5	50.0	25.0	47.6	225042	361.3	361.3
DISIP 25 x 37.3	6 - 10	50.0	25.0	37.3	108169	278.2	278.2
DISIP 25 x 29.5	10 - 15	50.0	25.0	29.5	53634	192.1	192.1
DISIP 25 x 24.6	16 - 20	50.0	25.0	24.6	31038	118.6	118.6
DISIP 25 x 18.1	21 - 25	50.0	25.0	18.1	12349	40.3	40.3

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 25 \beta 75 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 100 x 100 x 3.2	1 - 6	100.0	3.2	100.0	3.2	1570.0	4322.3
CC 100 x 100 x 2.9	7 - 11	100.0	2.9	100.0	2.9	1422.2	3902.8
CC 100 x 100 x 2.5	12 - 16	100.0	2.5	100.0	2.5	1272.3	3480.5
CC 100 x 100 x 2.2	17 - 21	100.0	2.2	100.0	2.2	1120.5	3055.4
CC 100 x 100 x 1.9	22 - 25	100.0	1.9	100.0	1.9	966.6	2364.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 27 x 194	1 - 6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7 - 11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12 - 16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17 - 21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22 - 25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 65 x 65 x 5.7	1 - 5	65.0	5.7	65.0	1355.3	3428.8	3405.5
CV 30 x 30 x 7.1	6 - 10	30.0	7.1	30.0	653.1	1652.4	1467.0
CV 25 x 25 x 3.8	10 - 15	25.0	3.8	25.0	322.9	817.0	698.3
CV 23 x 23 x 2.2	16 - 20	23.0	2.2	23.0	184.7	467.3	394.5
CV 16 x 16 x 1.3	21 - 25	16.0	1.3	16.0	74.8	189.3	128.9

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 44	1 - 5	50.0	25.0	44.0	177149	282.5	358.8
DISIP 25 x 34.4	6 - 10	50.0	25.0	34.4	85169	217.1	275.7
DISIP 25 x 27.3	10 - 15	50.0	25.0	27.3	42412	149.4	189.7
DISIP 25 x 22.7	16 - 20	50.0	25.0	22.7	24373	91.9	116.7
DISIP 25 x 16.8	21 - 25	50.0	25.0	16.8	9927	31.2	39.6

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 25 \beta 75 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 100 x 100 x 3.2	1-6	100.0	3.2	100.0	3.2	1570.0	4322.3
CC 100 x 100 x 2.9	7-11	100.0	2.9	100.0	2.9	1422.2	3902.8
CC 100 x 100 x 2.5	12-16	100.0	2.5	100.0	2.5	1272.3	3480.5
CC 100 x 100 x 2.2	17-21	100.0	2.2	100.0	2.2	1120.5	3055.4
CC 100 x 100 x 1.9	22-25	100.0	1.9	100.0	1.9	966.6	2364.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 27 x 194	1-6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7-11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12-16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17-21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22-25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 65 x 65 x 5.7	1-5	65.0	5.7	65.0	1355.3	3428.8	3405.5
CV 30 x 30 x 7.1	6-10	30.0	7.1	30.0	653.1	1652.4	1467.0
CV 25 x 25 x 3.8	10-15	25.0	3.8	25.0	322.9	817.0	698.3
CV 23 x 23 x 2.2	16-20	23.0	2.2	23.0	184.7	467.3	394.5
CV 16 x 16 x 1.3	21-25	16.0	1.3	16.0	74.8	189.3	128.9

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 42.1	1-5	50.0	25.0	42.1	155109	246.4	357.2
DISIP 25 x 33	6-10	50.0	25.0	33.0	75005	189.1	274.2
DISIP 25 x 26	10-15	50.0	25.0	26.0	36765	167.9	187.9
DISIP 25 x 21.7	16-20	50.0	25.0	21.7	21432	79.8	115.7
DISIP 25 x 16	21-25	50.0	25.0	16.0	8587	26.8	38.9

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 50 \beta 75 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 100 x 100 x 3.2	1-6	100.0	3.2	100.0	3.2	1570.0	4322.3
CC 100 x 100 x 2.9	7-11	100.0	2.9	100.0	2.9	1422.2	3902.8
CC 100 x 100 x 2.5	12-16	100.0	2.5	100.0	2.5	1272.3	3480.5
CC 100 x 100 x 2.2	17-21	100.0	2.2	100.0	2.2	1120.5	3055.4
CC 100 x 100 x 1.9	22-25	100.0	1.9	100.0	1.9	966.6	2364.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 27 x 194	1-6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7-11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12-16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17-21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22-25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 35 x 35 x 3.7	1-5	35.0	3.7	35.0	457.8	1158.4	1095.7
CV 25 x 25 x 2.5	6-10	25.0	2.5	25.0	228.2	577.3	502.7
CV 20 x 20 x 1.6	10-15	20.0	1.6	20.0	116.9	295.8	235.0
CV 19 x 19 x 0.8	16-20	19.0	0.8	19.0	57.8	146.2	115.3
CV 12 x 12 x 0.8	21-25	12.0	0.8	12.0	35.6	90.0	46.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 33.2	1-5	50.0	25.0	33.2	76092	314.8	314.8
DISIP 25 x 26.4	6-10	50.0	25.0	26.4	38126	234.9	234.9
DISIP 25 x 21.1	10-15	50.0	25.0	21.1	19609	154.9	154.9
DISIP 25 x 16.7	16-20	50.0	25.0	16.7	9649	85.5	85.5
DISIP 25 x 14.1	21-25	50.0	25.0	14.1	5876	36.6	36.6

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 50 \beta 75 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 100 x 100 x 3.2	1-6	100.0	3.2	100.0	3.2	1570.0	4322.3
CC 100 x 100 x 2.9	7-11	100.0	2.9	100.0	2.9	1422.2	3902.8
CC 100 x 100 x 2.5	12-16	100.0	2.5	100.0	2.5	1272.3	3480.5
CC 100 x 100 x 2.2	17-21	100.0	2.2	100.0	2.2	1120.5	3055.4
CC 100 x 100 x 1.9	22-25	100.0	1.9	100.0	1.9	966.6	2364.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 27 x 194	1-6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7-11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12-16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17-21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22-25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 35 x 35 x 3.7	1-5	35.0	3.7	35.0	457.8	1158.4	1095.7
CV 25 x 25 x 2.5	6-10	25.0	2.5	25.0	228.2	577.3	502.7
CV 20 x 20 x 1.6	10-15	20.0	1.6	20.0	116.9	295.8	235.0
CV 19 x 19 x 0.8	16-20	19.0	0.8	19.0	57.8	146.2	115.3
CV 12 x 12 x 0.8	21-25	12.0	0.8	12.0	35.6	90.0	46.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 30.6	1-5	50.0	25.0	30.6	59920	245.5	311.8
DISIP 25 x 24.3	6-10	50.0	25.0	24.3	29852	181.3	230.3
DISIP 25 x 19.5	10-15	50.0	25.0	19.5	15510	119.0	151.2
DISIP 25 x 15.4	16-20	50.0	25.0	15.4	7607	65.2	82.8
DISIP 25 x 13	21-25	50.0	25.0	13.0	4596	27.8	35.4

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 50 \beta 75 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 100 x 100 x 3.2	1-6	100.0	3.2	100.0	3.2	1570.0	4322.3
CC 100 x 100 x 2.9	7-11	100.0	2.9	100.0	2.9	1422.2	3902.8
CC 100 x 100 x 2.5	12-16	100.0	2.5	100.0	2.5	1272.3	3480.5
CC 100 x 100 x 2.2	17-21	100.0	2.2	100.0	2.2	1120.5	3055.4
CC 100 x 100 x 1.9	22-25	100.0	1.9	100.0	1.9	966.6	2364.7

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 27 x 194	1-6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7-11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12-16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17-21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22-25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 35 x 35 x 3.7	1-5	35.0	3.7	35.0	457.8	1158.4	1095.7
CV 25 x 25 x 2.5	6-10	25.0	2.5	25.0	228.2	577.3	502.7
CV 20 x 20 x 1.6	10-15	20.0	1.6	20.0	116.9	295.8	235.0
CV 19 x 19 x 0.8	16-20	19.0	0.8	19.0	57.8	146.2	115.3
CV 12 x 12 x 0.8	21-25	12.0	0.8	12.0	35.6	90.0	46.2

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 29.4	1-5	50.0	25.0	29.4	52773	213.9	310.1
DISIP 25 x 23.2	6-10	50.0	25.0	23.2	25939	156.7	227.2
DISIP 25 x 18.6	10-15	50.0	25.0	18.6	13349	102.3	148.3
DISIP 25 x 14.8	16-20	50.0	25.0	14.8	6704	56.0	81.2
DISIP 25 x 12.5	21-25	50.0	25.0	12.5	4109	24.0	34.9

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 75 \beta 75 - K_2=0\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 110 x 110 x 3.2	1 - 6	110.0	3.2	110.0	3.2	1910.9	4768.7
CC 110 x 110 x 2.9	7 - 11	110.0	2.9	110.0	2.9	1729.9	4304.6
CC 110 x 110 x 2.5	12 - 16	110.0	2.5	110.0	2.5	1546.8	3837.6
CC 110 x 110 x 2.2	17 - 21	110.0	2.2	110.0	2.2	1361.4	3367.8
CC 110 x 110 x 1.9	22 - 25	110.0	1.9	110.0	1.9	1173.7	2895.2

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 27 x 194	1 - 6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7 - 11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12 - 16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17 - 21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22 - 25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 24 x 24 x 2.1	1 - 5	24.0	2.1	24.0	181.1	458.1	395.1
CV 22 x 22 x 1.7	6 - 10	22.0	1.7	22.0	141.5	357.9	298.5
CV 18 x 18 x 1.4	10 - 15	18.0	1.4	18.0	94.7	239.6	178.4
CV 15 x 15 x 1.4	16 - 20	15.0	1.4	15.0	77.6	196.2	124.3
CV 13 x 13 x 0.8	21 - 25	13.0	0.8	13.0	38.8	98.0	55.5

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 24.4	1 - 5	50.0	25.0	24.4	30441	252.6	252.6
DISIP 25 x 22.4	6 - 10	50.0	25.0	22.4	23365	210.3	210.3
DISIP 25 x 19.7	10 - 15	50.0	25.0	19.7	15892	146.8	146.8
DISIP 25 x 18.4	16 - 20	50.0	25.0	18.4	13010	102.1	102.1
DISIP 25 x 14.6	21 - 25	50.0	25.0	14.6	6490	37.1	37.1

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M75 \alpha 75 \beta 75 - K_2=3\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 110 x 110 x 3.2	1 - 6	110.0	3.2	110.0	3.2	1910.9	4768.7
CC 110 x 110 x 2.9	7 - 11	110.0	2.9	110.0	2.9	1729.9	4304.6
CC 110 x 110 x 2.5	12 - 16	110.0	2.5	110.0	2.5	1546.8	3837.6
CC 110 x 110 x 2.2	17 - 21	110.0	2.2	110.0	2.2	1361.4	3367.8
CC 110 x 110 x 1.9	22 - 25	110.0	1.9	110.0	1.9	1173.7	2895.2

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 27 x 194	1 - 6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7 - 11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12 - 16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17 - 21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22 - 25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 24 x 24 x 2.1	1 - 5	24.0	2.1	24.0	181.1	458.1	395.1
CV 22 x 22 x 1.7	6 - 10	22.0	1.7	22.0	141.5	357.9	298.5
CV 18 x 18 x 1.4	10 - 15	18.0	1.4	18.0	94.7	239.6	178.4
CV 15 x 15 x 1.4	16 - 20	15.0	1.4	15.0	77.6	196.2	124.3
CV 13 x 13 x 0.8	21 - 25	13.0	0.8	13.0	38.8	98.0	55.5

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 22.5	1 - 5	50.0	25.0	22.5	23865	193.4	245.7
DISIP 25 x 20.8	6 - 10	50.0	25.0	20.8	18738	161.8	205.4
DISIP 25 x 18.1	10 - 15	50.0	25.0	18.1	12349	112.0	142.3
DISIP 25 x 17	16 - 20	50.0	25.0	17.0	10211	77.2	98.0
DISIP 25 x 13.5	21 - 25	50.0	25.0	13.5	5119	28.4	36.1

TABLA DE SECCIONES PARA MODELO $M25 \alpha 75 \beta 75 - K_2=5\%$

COLUMNAS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	P _{cr} ton
CC 110 x 110 x 3.2	1 - 6	110.0	3.2	110.0	3.2	1910.9	4768.7
CC 110 x 110 x 2.9	7 - 11	110.0	2.9	110.0	2.9	1729.9	4304.6
CC 110 x 110 x 2.5	12 - 16	110.0	2.5	110.0	2.5	1546.8	3837.6
CC 110 x 110 x 2.2	17 - 21	110.0	2.2	110.0	2.2	1361.4	3367.8
CC 110 x 110 x 1.9	22 - 25	110.0	1.9	110.0	1.9	1173.7	2895.2

VIGAS							
Sección in x lb/ft	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	t _f cm	M _p ton-m	V _N ton
W 27 x 194	1 - 6	71.4	1.9	35.7	3.4	363.5	238.6
W 27 x 178	7 - 11	70.6	1.8	35.8	3.0	326.6	229.7
W 27 x 161	12 - 16	70.1	1.7	35.6	2.7	294.9	209.9
W 24 x 146	17 - 21	62.8	1.7	32.8	2.8	240.8	182.7
W 24 x 117	22 - 25	61.6	1.4	32.5	2.2	188.4	155.0

CONTRAVIENTOS							
Sección cm x cm x cm	Niveles	H cm	t _w cm	B _f cm	A cm ²	P _y ton	P _c ton
CV 24 x 24 x 2.1	1 - 5	24.0	2.1	24.0	181.1	458.1	395.1
CV 22 x 22 x 1.7	6 - 10	22.0	1.7	22.0	141.5	357.9	298.5
CV 18 x 18 x 1.4	10 - 15	18.0	1.4	18.0	94.7	239.6	178.4
CV 15 x 15 x 1.4	16 - 20	15.0	1.4	15.0	77.6	196.2	124.3
CV 13 x 13 x 0.8	21 - 25	13.0	0.8	13.0	38.8	98.0	55.5

DISIPADORES							
Sección cm x cm	Niveles	L cm	B _{eq} cm	t cm	I cm ⁴	V _y ton	V _u ton
DISIP 25 x 21.6	1 - 5	50.0	25.0	21.6	20966	166.6	241.6
DISIP 25 x 19.8	6 - 10	50.0	25.0	19.8	16279	139.2	201.8
DISIP 25 x 17.3	10 - 15	50.0	25.0	17.3	10794	96.3	139.6
DISIP 25 x 16.2	16 - 20	50.0	25.0	16.2	8845	66.3	96.2
DISIP 25 x 12.9	21 - 25	50.0	25.0	12.9	4430	24.4	35.3